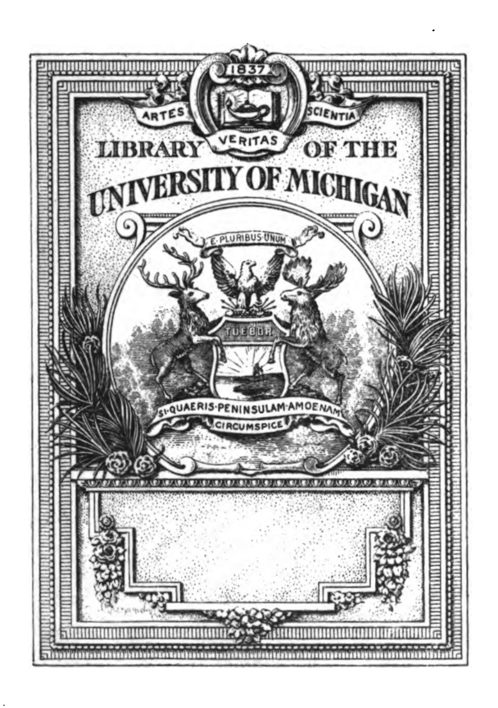


L'astronomie pratique et les observatoires en Europe et en ...

Charles André, Alfred Angot, Georges Antoine Pons Rayet


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES.



GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Augustins, 55.



L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES

EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE,

DEPUIS LE MILIEU DU XVIIe SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS;

PAR

C. ANDRÉ, | G. RAYET,

ASTRONOMES ADJOINTS DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

PREMIÈRE PARTIE.

ANGLETERRE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874

AVERTISSEMENT.

A moins d'indications contraires, toutes les mesures données dans cet Ouvrage en pieds et pouces sont des mesures anglaises :

1 Pied (Foot)................	$30^{c},48$
1 Pouce (Inch)......	2,54

INTRODUCTION.

Sur les cent trente Observatoires existant dans le monde entier à la fin du siècle dernier, la France en possédait à elle seule une trentaine environ, à peu près le quart, qui comptaient parmi les plus féconds et dont les travaux étaient cités avec respect par les astronomes de toutes les nations voisines.

Nous avions à Paris :

L'*Observatoire de l'Académie* (plus tard *Observatoire royal*), habité par les astronomes de cette illustre Compagnie et dirigé depuis sa fondation par la famille des Cassini.

L'*Observatoire de la Marine*, dans l'hôtel de Cluny, fondé par de l'Isle et où Messier découvrit vingt et une comètes.

L'*Observatoire du Collège Mazarin*, dans lequel l'abbé de la Caille a démontré le premier la variation de l'obliquité de l'écliptique et s'est immortalisé par l'exactitude de ses observations.

L'*Observatoire du couvent des Capucins*, de la rue

Saint Honoré, qui possédait deux quarts de cercle, l'un de Bird, l'autre de Sisson, de mêmes dimensions que ceux de Greenwich, un arc mural de 5 pieds, un télescope de Short de 3 pieds, une lunette achromatique de 10 pieds; c'est là que, à la demande de Bradley, Lemonnier, dont l'exactitude était connue de tous, vérifia la découverte de la nutation et observa pendant plus de soixante ans les positions et la figure de la Lune.

L'*Observatoire du palais du Luxembourg*, dans lequel Jérôme de la Lande « avait fait ses premières armes ».

L'*Observatoire de Sainte-Geneviève*, où Pingré, « travaillant comme quatre », observait toutes les comètes qui se montraient dans le ciel.

L'*Observatoire du Collége de France*, où J. de la Lande initiait aux calculs théoriques et à l'Astronomie pratique quelques élèves choisis : Véron, qui donna le premier, dans la Marine, l'exemple de la détermination des longitudes par le moyen de la Lune; Henry, plus tard astronome à l'Observatoire de Saint-Pétersbourg; Piazzi, le célèbre directeur de l'Observatoire de Palerme; Duc la Chapelle....

L'*Observatoire de l'École militaire*, dans lequel d'Agelet, un des compagnons de la Pérouse, Jérôme de la Lande, Michel le François de la Lande, ont préparé la première *Histoire céleste* française.

Les Observatoires de l'Estrapade, de la rue des Postes, de la rue de Richelieu, de la rue Paradis, du duc de Chaulnes....

En province on citait avec honneur :

L'*Observatoire de Lyon*, que dirigèrent successivement les R. P. Bonnet, Béraud et Lefèvre.

L'*Observatoire de Bourg-en-Bresse*, « où de la Lande venait se délasser en travaillant toujours ».

L'*Observatoire de Dijon*, créé par l'abbé Fabarel, pourvu par lui de bons instruments, et où se fit l'éducation astronomique de l'abbé Bertrand qui, plus tard, accompagna, comme astronome, d'Entrecasteaux dans son exploration des terres australes.

L'*Observatoire de Toulouse*, où Darquier avait déterminé, pour l'*Histoire céleste*, les déclinaisons d'un grand nombre d'étoiles australes, et où Vidal fit sur Mercure ses remarquables observations.

L'*Observatoire de Sainte-Croix à Marseille*, fondé par le R. P. Laval, auteur de nombreux Mémoires sur la réfraction, et dirigé ensuite par de Chazelles, Pézénas, connu par ses études sur les éclipses de Soleil et sous lequel cet établissement devint l'*Observatoire royal de la Marine* (1749), Saint-Jacques de Silvabelle, Thulis et Pons.

L'*Observatoire de l'Académie royale des Sciences de Montpellier*, construit, en 1745, sur la tour de la Babotte, aux frais des États généraux du Languedoc, où de Ratte, Poitevin, du Bousquet, Tandon, Romieu et Brun avaient fait d'utiles travaux.

L'*Observatoire de Viviers*, appartenant à Flaugergues.

Enfin les Observatoires moins connus d'Avignon, Brest,

Béziers, Bordeaux, Mirepoix, Montauban, Rouen, Vesoul, Strasbourg, Tarbes....

La Grande-Bretagne et ses colonies possédaient à la même époque 26 Observatoires, l'Italie 20, les pays allemands et l'Autriche 35, l'Espagne et le Portugal 6, la Suisse et la Hollande 8, la Suède, le Danemark et la Russie 7.

Dans ce concours des nations civilisées la suprématie appartenait alors à la France.

Les guerres continuelles qui ont ensanglanté les dernières années du XVIIIe siècle et les premières années du siècle actuel réduisirent à l'inactivité la plupart de ces établissements, et, lorsque la paix se trouva enfin rétablie, les plus importants seuls restaient debout pour renouer la chaîne interrompue des travaux d'observation.

A l'étranger, la renaissance fut en général rapide :

En Allemagne, les divers États de la Confédération, les Universités qui reconquirent bientôt leur ancienne importance s'appliquèrent à l'envi à rétablir et à doter des Observatoires.

En Angleterre, l'initiative des Universités et des Corporations, la générosité des plus riches négociants et des grands propriétaires créèrent, soit sur le sol des îles Britanniques, soit dans les Colonies, des établissements astronomiques nombreux et pour la plupart richement dotés.

En France, l'état social se trouvait complétement

changé ; les Corporations religieuses avaient presque toutes été dispersées, les Universités de province étaient supprimées. L'État, resté seul pour créer et entretenir des Observatoires, consacra toutes ses ressources à un seul, l'ancien Observatoire de l'Académie ; aussi les Observatoires de province disparurent-ils presque tous successivement, de sorte que, vers 1850, sur deux cents Observatoires disséminés en Europe, en Amérique et dans les Colonies européennes, la France n'en possédait plus que deux où l'on observât encore : celui de Paris et celui de Marseille, maintenu en activité par les efforts prodigieux de M. Walz.

Depuis cette époque :

A Marseille, l'établissement de Sainte-Croix, que les progrès de la Science et les agrandissements successifs de la ville avaient peu à peu rendu presque inutile, a été, grâce à l'initiative et à l'énergie de M. Le Verrier, remplacé par le bel Observatoire de *Longchamps*, aujourd'hui indépendant, où M. Stéphan et ses collaborateurs font de nombreuses et brillantes découvertes.

A Toulouse, l'Observatoire a reçu de la Municipalité et de l'État les fonds nécessaires à la construction de grands instruments ; et bientôt, sans doute, M. Tisserand lui aura fait reprendre le rang qu'il occupait autrefois.

A Alger, le gouvernement colonial a fondé en 1854 un Observatoire qu'un décret récent (février 1874) vient

de rattacher aux autres établissements astronomiques français.

Enfin il est question de rétablir les Observatoires de Lyon et de Bordeaux, d'en fonder un à Besançon.

Mais, même lorsque tous ces projets seront réalisés, il nous restera encore beaucoup à faire pour reconquérir notre situation passée. C'est ce que nous nous proposons de montrer, en étudiant successivement le développement de l'Astronomie pratique chez les différents peuples d'Europe et d'Amérique.

Nous publions aujourd'hui l'histoire des Observatoires de la Grande-Bretagne et de ses Colonies, histoire dont nous avons déjà esquissé les traits principaux dans la *Revue scientifique*. Nous avons, d'ailleurs, comparé les instruments nouveaux dont s'est enrichi le matériel astronomique de nos voisins avec ceux qui sont sortis le plus récemment des ateliers de nos constructeurs, et les nombreuses figures que le concours éclairé de M. Gauthier-Villars nous a permis d'introduire dans cet Ouvrage, ont donné à cette comparaison un degré d'exactitude dont nous le remercions vivement.

PREMIÈRE PARTIE.

OBSERVATOIRES D'ANGLETERRE.



Carte des Observatoires d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande.

CHAPITRE PREMIER.

OBSERVATOIRE ROYAL DE GREENWICH.

I.

ORIGINE.

L'Observatoire de Greenwich fut fondé en 1675, trois ans après l'Observatoire de Paris. Il n'est pas, comme ce dernier, dû à une sorte de caprice intellectuel d'un grand roi, désireux de grouper autour de lui toutes les illustrations de son temps, mais à une nécessité pratique et à l'importance qu'avait, pour les navigateurs anglais, l'étude consciencieuse et suivie du Soleil, de la Lune, des planètes et des étoiles fixes. A cette époque, en effet, les Anglais avaient déjà jeté les fondements de leur domination dans les Indes, et de nombreux navires, partis des côtes d'Angleterre, doublaient le cap de Bonne-Espérance pour aller chercher dans ces contrées lointaines d'immenses richesses. La boussole et le loch étaient complétement insuffisants pour une navigation d'aussi longue durée, et, plus que tous autres, les marins du Royaume-Uni sentaient la nécessité d'emprunter aux observations astrono-

miques les moyens de tracer leur route sur l'Océan à l'aide de la mesure journalière de la latitude et de la longitude de leur navire.

La détermination de la latitude est relativement facile : elle résulte presque immédiatement de l'observation de la hauteur de l'étoile polaire au-dessus de l'horizon (1).

Celle de la longitude est beaucoup plus compliquée : elle exige, en effet, la connaissance de l'heure, au même instant, d'une part au lieu où l'on se trouve, et de l'autre au méridien du point de départ; cette dernière est indiquée par des *garde-temps* ou *chronomètres*, exactement réglés avant le départ. L'heure du point où l'on se trouve ne peut être donnée que par l'observation de la position précise, au milieu des étoiles fixes, d'un astre se déplaçant assez rapidement. A cette époque, on fit choix de la Lune.

La solution de ce second problème exigeait donc, d'une part, que l'on connût les positions exactes d'un grand nombre d'étoiles, et, d'autre part, que l'on pût prédire longtemps à l'avance et avec certitude la position que notre satellite devait occuper par rapport à elles à un instant donné. C'est la nécessité de connaître ces deux éléments qui fit décider la fondation de l'Observatoire de Greenwich, et c'est aussi le but principal que se sont constamment proposés d'atteindre les directeurs successifs de cet illustre établissement.

L'ordonnance royale de Charles II, à la date du 4 mai

(1) Aujourd'hui, les Tables du mouvement du Soleil ayant été amenées à un grand degré de perfection, les navigateurs déterminent, en général, leur latitude par des observations circumméridiennes du Soleil.



1675, porte, en effet, que « l'astronome royal devra s'appliquer avec le plus grand soin et la plus grande activité à rectifier les Tables des mouvements des corps célestes et les positions des étoiles fixes, afin de donner les moyens de trouver la longitude en mer, ce qui est si désirable pour le perfectionnement de l'art de la navigation ».

Le *warrant* qui ordonne la construction de l'Observatoire est du 2 juin 1675. L'emplacement, choisi sur les conseils de sir Christopher Wren, architecte et astronome, fut le parc de Greenwich, à 10 kilomètres sud-est de Londres et sur la rive droite de la Tamise; il s'y élevait alors une vieille tour féodale, *Greenwich Castle,* que l'on démolit et sur les débris de laquelle on érigea l'Observatoire d'après les plans de Flamsteed, astronome anglais déjà célèbre, qui fut le premier astronome royal.

La première pierre de l'Observatoire fut posée le 10 août 1675 et les bâtiments terminés en moins d'une année.

II.

FLAMSTEED.

J. Flamsteed était né à Denby, près de Derby, le 19 août 1646 (1); il montra de bonne heure une grande ardeur pour les observations astronomiques : ainsi, à seize ans, il observait une éclipse de Soleil (12 septembre

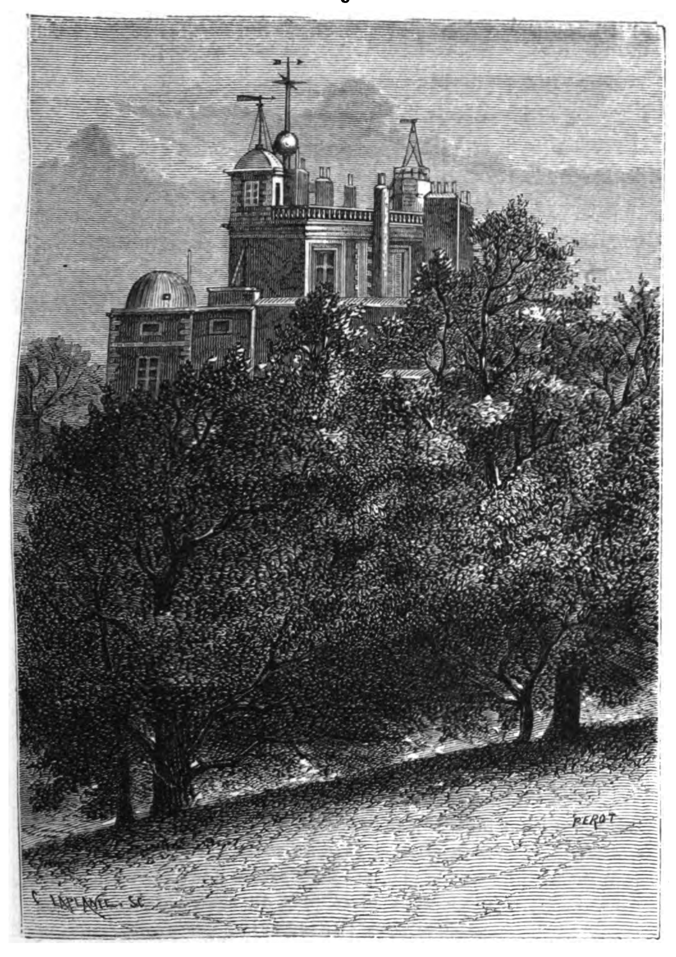
(1) Dans son autobiographie, Flamsteed donne l'heure exacte de sa naissance : c'est à $7^h 16^m$ après midi que le fondateur de l'Observatoire de Greenwich a vu le jour.

1662); trois ans après, c'était la comète de 1665 qui appelait son attention. A la même époque, il était déjà familier avec les calculs de l'Astronomie pratique, car nous lui voyons indiquer à l'avance les circonstances des éclipses de Soleil du 21 juin 1666 et du 25 octobre 1668. Ces divers travaux d'observation et de calcul lui avaient peu à peu acquis une certaine célébrité et l'avaient mis en rapport avec divers membres de la Société royale de Londres; aussi put-il, en 1668, se procurer un quart de cercle avec lequel, en 1669 et 1670, il observa Mars, Jupiter et la Lune, en vue de rectifier les Tables de leurs mouvements.

En 1674, Flamsteed fit un voyage à Cambridge et à Londres, où l'appelaient des lettres de Collins, secrétaire de la Société royale, d'Oldenburg et de sir Jonas Moore; ce dernier, fort passionné pour l'Astronomie, inspecteur général de l'artillerie et maître de Mathématiques du duc d'York, lui persuada de se fixer chez lui, à la Tour de Londres, afin d'y continuer ses travaux. C'est là que vint le trouver le décret royal qui le nommait directeur de l'Observatoire de Greenwich et lui confiait le soin d'en diriger la construction; un traitement annuel de 100 livres (2500 francs) était affecté à son titre d'*Astronome royal*, et une somme de 500 livres (12500 francs) ainsi que quelques matériaux étaient mis à sa disposition.

Flamsteed et Wren firent construire une tour octogonale à deux étages : l'étage inférieur devait servir d'habitation à l'astronome royal; l'étage supérieur, formé d'une seule pièce, percée de hautes fenêtres et décorée d'arabesques d'un grand style, était destiné aux observations. Une pelouse d'environ 80 pieds carrés formait toutes les

Fig. 2.



Vue générale de l'Observatoire de Greenwich (côté ouest)

dépendances de l'établissement, qui se trouvait d'ailleurs situé au milieu même du parc de Greenwich, sur une colline d'où l'on dominait la Tamise et le passage des vaisseaux. Au-dessus de l'entrée principale, on avait placé l'inscription suivante : *Carolus secundus, rex optimus, Astronomiæ et nauticæ artis patronus maximus, speculam hanc in utriusque commodum fecit.*

L'Observatoire terminé (10 juillet 1676), Flamsteed s'y installa; mais la seule chose à laquelle on n'eût point pensé avait été de donner à l'astronome des fonds pour l'achat des instruments qui lui étaient nécessaires. Il avait bien avec lui un quart de cercle de 3 pieds de rayon et deux lunettes qu'il avait rapportées de Denby, mais ces instruments étaient insuffisants. Flamsteed eut alors recours à sir Jonas Moore, le grand promoteur de la nouvelle institution; ce dernier lui fit cadeau de deux horloges à pendule auxquelles il avait travaillé lui-même, et d'un grand sextant de 6 pieds de rayon exécuté autrefois sur le dessin et sous les yeux de Flamsteed pour l'Observatoire de la Tour de Londres (1).

C'est avec cet instrument que l'astronome royal commença, le 19 septembre 1676, à mesurer, par les fenêtres

(1) Les appuis de cet instrument étaient de fer battu, le limbe avait des dents comme une roue d'horloge, une vis d'acier parcourait ce limbe et donnait les fractions angulaires, le nombre des tours étant indiqué par le limbe lui-même; ce sextant était porté par un axe parallèle à l'axe du monde, et, pour l'amener plus facilement dans le plan des deux astres dont on voulait mesurer la distance, on avait placé près du centre de figure deux demi-cercles perpendiculaires l'un à l'autre, garnis de dents, et qu'une vis sans fin faisait mouvoir.

de la tour octogone, les distances des étoiles entre elles et à la Lune ou aux planètes; mais, à mesure que les observations avançaient, Flamsteed reconnaissait de plus en plus leur insuffisance pour assurer la réalisation du programme qui lui avait été tracé. Pour tirer parti de ses observations et rapporter les positions des étoiles à l'équinoxe, il lui fallait se servir du Catalogue de Tycho Brahé, dont l'inexactitude était notoire. Il demanda donc à plusieurs reprises au Gouvernement les fonds nécessaires à la construction d'un instrument établi dans le méridien. Ses démarches furent vaines; aussi, en 1680, fit-il construire à ses frais un arc mural d'un rayon peu différent de celui du sextant, qu'il divisa lui-même en degrés; plus tard, en 1688, à la mort de son père, qui lui avait laissé quelque héritage, il fit réparer et perfectionner toutes les parties de cet appareil par Abraham Sharp, tout à la fois mathématicien et mécanicien habile.

Cet instrument ne fut pas installé dans la tour même de l'Observatoire, tour qui ne convenait pas du tout à un tel objet; mais on construisit pour lui, dans le coin sud-est du jardin, un petit bâtiment en briques, qui devint le véritable Observatoire.

Les observations commencèrent le 12 septembre 1689, et furent suivies sans interruption jusqu'à la mort de Flamsteed. Aussitôt qu'il eut vérifié la position de son instrument par rapport au méridien, il s'occupa de déterminer l'équinoxe, l'obliquité de l'écliptique, la latitude de l'Observatoire, données qui lui étaient nécessaires pour obtenir les positions exactes des étoiles fixes et les mouvements vrais du Soleil, de la Lune et des planètes.

Ce ne fut point sans difficultés qu'on obtint de Flamsteed

la publication de ses observations. « Cet astronome, qui observait avec tant de constance et d'assiduité, avait dans la rédaction une certaine lenteur, une espèce d'indécision et probablement aussi un scrupule ou un désir d'exactitude qui l'empêchaient de rien terminer »; mais, à cette époque, l'illustre Newton s'occupait de perfectionner la théorie de la Lune, et les observations de Flamsteed lui étaient nécessaires; il les lui demanda bien souvent, lui proposant même de les faire réduire à Cambridge et s'engageant à lui communiquer les positions dès qu'elles auraient été calculées. Malgré ces pressantes prières, Flamsteed ne pouvait se décider à donner au public le résultat de ses observations; le but pour lequel Greenwich avait été créé n'était donc pas atteint : « Il y avait trente ans que Flamsteed jouissait du titre d'astronome royal, et rien n'était sorti du magnifique Observatoire qui lui avait été confié : il paraissait n'avoir travaillé que pour lui-même ou un petit nombre d'amis; on savait seulement qu'il n'était pas resté oisif et que ses registres d'observations étaient fort volumineux. »

La Société royale, dont Newton était alors le président, fit des démarches auprès du Gouvernement pour faire cesser un état de choses si préjudiciable aux intérêts de l'Astronomie; en 1704, elle obtint du prince Georges de Danemark, mari de la reine Anne, une allocation de 1200 livres, destinée à couvrir les frais de l'impression, et en même temps le prince nomma un comité pris parmi les membres de la Société royale et chargé de diriger la publication des observations de Flamsteed.

Les relations de l'illustre fondateur de Greenwich et du comité de la Société royale furent loin d'être toujours

courtoises. On convint que l'ouvrage aurait deux parties : la première, contenant les observations faites au sextant avant 1690 ; la seconde, celles faites à l'arc mural depuis cette époque. Flamsteed s'engageait à revoir les épreuves et à donner à temps les manuscrits. Le premier volume parut, en 1707, sous le nom de *Historia cœlestis britannica*.....

La publication de la seconde partie souleva les plus grandes difficultés. Flamsteed ne considérait pas ses observations comme assez nombreuses pour pouvoir répondre de leur exactitude complète ; malgré l'aide de A. Sharp, son assistant, les calculs n'avaient pas tous été revus ; d'un autre côté, aux yeux de l'astronome royal, ces observations, faites avec des instruments qui lui appartenaient en propre, étaient sa propriété, et lui seul devait être juge du moment où il convenait de les publier. Il y eut bientôt séparation complète entre Flamsteed et le comité, et celui-ci en profita pour obtenir de la reine Anne un warrant chargeant la Société royale d'inspecter l'Observatoire de Greenwich. Le conseil de cette Société décida immédiatement que son président M. Roberts, le docteur Arbuthnot, le docteur E. Halley, le docteur Mead, sir Wren et le docteur Sloane formeraient le comité de visite, feraient un rapport sur l'état de l'Observatoire et des instruments et dresseraient l'inventaire de ceux-ci.

Tel est le premier des comités qu'on a appelés plus tard *Board of Visitor's*. Il visita l'Observatoire de Greenwich et prescrivit à Flamsteed de lui transmettre ses observations astronomiques. En même temps, Edmond Halley, célèbre astronome anglais, qui devint plus tard directeur de l'Ob-

servatoire de Greenwich, fut chargé de continuer l'impression des observations. Le second volume parut en 1712 (1), avec une préface de Halley conçue en termes peu respectueux pour l'astronome royal et même hostile à sa personnalité. « On demande grâce pour les fautes d'impression et pour quelques autres négligences assez peu importantes, dont Flamsteed plus que tout autre pourrait être la cause. » Indigné de la manière dont il avait été traité, l'astronome royal adressa, le 16 avril 1712, une requête à la Reine pour réclamer la suppression de l'édition entreprise sans son aveu; cette justice ne lui fut rendue qu'en 1716, après la mort de la reine Anne et du comte d'Halifax, le puissant protecteur de Newton. Flamsteed fit alors brûler les trois cents exemplaires qui n'avaient pas été distribués, « afin de faire disparaître toute trace de l'ingratitude de deux de ses contemporains, par qui il avait été traité plus mal que le noble Tycho ne le fut jamais en Danemark ».

Les dernières années de la vie de Flamsteed furent surtout remplies par la réimpression de ses observations, qu'il fit à ses frais; elle ne fut terminée qu'en 1725, six ans après sa mort, par les soins de Marguerite Flamsteed et de Jacques Hogdson, l'un de ses derniers aides à l'Observatoire. Cette publication forme trois volumes qui ont pour titre « *Historia cœlestis britannica tribus voluminibus*

---

(1) *Historia cœlestis libri duo quorum prior exhibet Catalogum stellarum fixarum britannicum novum et sumptissimum, ex observationibus, sextanti micrometro, habitis; posterior transitiones siderum per planum arcus meridionalis, ab anno* 1676 *ad annum* 1705 *completum.* Londini; 1712.

contexta (Londres, 1725) » ; le premier renferme les observations faites au sextant de 1675 à 1689, le deuxième es observations faites à l'arc mural de 1689 à 1720, et le troisième une réimpression des Catalogues de Ptolémée, Uleg Beig, Tycho Brahé, Guillaume de Hesse, Hévélius, et enfin un Catalogue, plus complet que tous les précédents, déduit des observations de Flamsteed à Greenwich et de Halley à Sainte-Hélène, qui a pour titre « *Stellarum inerrantium Catalogus britannicus ad annum Christi completum*, 1689 ». Ce Catalogue, qui contient environ 3000 étoiles dénommées par la Nomenclature de Ptolémée et les Lettres de Bayer, a été revu et réimprimé, en 1835, par F. Baily, aux frais du Gouvernement, et publié sous le titre de *British Catalogue* (3310 étoiles).

III.

HALLEY.

Flamsteed mourut le 31 décembre 1719. Huit jours après, sa place était donnée à E. Halley, astronome anglais déjà fort illustre, que Weidler avait surnommé l'*incomparable*, et que Flamsteed avait autrefois proclamé le *Tycho du Sud*.

Halley, né à Londres le 8 novembre 1656, avait alors soixante-quatre ans. Dès sa jeunesse il s'était appliqué avec ardeur aux études astronomiques; fils d'un riche négociant de la Cité de Londres, sa fortune lui avait permis d'acquérir un certain nombre d'instruments, de les installer dans un observatoire, et de faire, avec leur concours, quelques travaux importants d'Astronomie pra-

tique. A l'âge de vingt ans, il s'embarqua pour l'île de Sainte-Hélène, la colonie la plus australe que les Anglais possédassent à cette époque, afin d'y observer les étoiles du ciel austral, qui n'avaient encore été cataloguées par aucun astronome. On lui avait fort vanté la pureté du ciel de cette île; mais son attente fut bien trompée, car il put à peine, en une année entière, observer trois cent soixante étoiles. Le résultat principal de cette expédition fut l'Ouvrage connu sous le titre : *Catalogus stellarum australium...*, publié à Londres en 1679.

Pendant son séjour dans l'hémisphère sud, il observa un passage de Mercure sur le Soleil (27 novembre 1677), d'où il déduisit pour la parallaxe de cet astre le nombre 45 minutes, valeur excessivement erronée. « Mais, dit-il, il n'y a qu'un genre d'observations qui pourra, dans le siècle suivant, faire connaître avec exactitude la distance du Soleil à la Terre, c'est lorsque Vénus se trouvera sur le disque du Soleil (5 juin 1761); alors la parallaxe de Vénus sera presque le triple de celle du Soleil; les observations seront faciles, et l'on connaîtra tout ce qui est possible à l'industrie des mortels. » Telle est l'origine de la célèbre méthode connue sous le nom de *méthode de Halley*, pour déterminer la distance du Soleil à la Terre, méthode que les astronomes du monde entier vont encore appliquer le 8 décembre 1874.

De retour en Angleterre, et à peine remis des fatigues de son voyage, il partit pour Dantzik avec une mission de la Société royale. A cette époque, les astronomes étaient loin d'être d'accord sur l'avantage qu'offrait l'emploi des lunettes dans les mesures astronomiques; Picard, Rœmer, Hoocke étaient convaincus de la supériorité des

observations faites à l'aide des lunettes; mais un astronome polonais, Jean Hevel, plus connu sous son nom latinisé d'Hevelius, prétendait, au contraire, qu'il était possible de faire un bon catalogue sans leur secours et que, avec l'emploi des simples pinnules, on pouvait obtenir des positions des astres aussi exactes que celles que donnait l'emploi des lunettes. Halley était chargé de vider cette question par des observations comparatives. Le résultat de cette expérience est excessivement curieux, et nous avons aujourd'hui peine à le concevoir. Les positions obtenues par les deux astronomes différaient rarement de plus de quelques secondes, et jamais la différence n'atteignait une minute d'arc.

Pendant son voyage à Sainte-Hélène, Halley, dont les connaissances en Philosophie naturelle étaient très-étendues, et qui était un savant pour ainsi dire universel, avait aussi porté ses recherches sur les phénomènes magnétiques; il publia, en 1683, sa théorie de la variation de l'aiguille aimantée; plus tard, en 1698, chargé par le roi Guillaume d'un voyage de découvertes, il dressa la première carte magnétique connue, basée sur l'idée ingénieuse d'employer pour sa construction une série de lignes menées par les points d'égale déclinaison, lignes que nous appelons maintenant *méridiens magnétiques*.

Enfin, en 1705, il présenta à la Société royale son célèbre Mémoire sur le mouvement des comètes. Une comète s'étant montrée en 1682, Halley en détermina les éléments paraboliques, qu'il trouva fort semblables à ceux que l'on déduisait des observations faites par Kepler sur la comète de 1607, et à ceux de la comète observée en 1581 par Apian, à Ingolstadt. L'identité de ces trois

astres lui paraissant très-probable, il conclut à la périodicité de la comète de 1682; il en résultait que, contrairement à l'opinion jusqu'alors admise, certaines comètes décrivaient, comme les planètes, des orbes elliptiques. Ce fut une véritable révolution dans l'Astronomie cométaire.

Halley s'était donc occupé de toutes les questions se rattachant à l'Astronomie; c'était un observateur distingué, un théoricien célèbre, un savant hors ligne. Le choix qu'on en fit pour remplacer Flamsteed à Greenwich était indiqué de lui-même.

A son entrée en fonctions, il trouva l'Observatoire tout à fait dépourvu d'instruments, les héritiers de Flamsteed les ayant tous enlevés comme étant leur propriété. En 1721, il se procura une roue méridienne (lunette méridienne) semblable à celle que Rœmer et Picard avaient voulu établir à l'Observatoire de Paris, et qui, repoussée par l'Italien Cassini, alors en faveur auprès de Louis XIV, avait été plus tard installée par Rœmer à Copenhague. Elle avait $5^{pi},5$ de longueur focale, était munie d'un objectif simple de 2 pouces d'ouverture, et dans son plan focal on avait tendu trois fils verticaux. L'axe de l'instrument était composé de barres métalliques assemblées en forme de cône, à peu près comme les douves d'un tonneau, et le tube était fixé à des distances inégales de ses extrémités. Cette lunette méridienne fut installée dans une salle construite exprès, à l'extrémité ouest du jardin de l'Observatoire, et dont les volets, suivant les idées de Rœmer, n'avaient pas plus de 6 pouces de largeur (1). Pendant

---

(1) Cet usage de trappes très-étroites s'est perpétué jusqu'à nos jours dans les observatoires de la Suisse. Quoique beaucoup plus

quatre années, l'astronome royal fit avec elle un grand nombre d'observations d'ascensions droites de la Lune et des étoiles voisines, afin de déterminer par lui-même les erreurs des Tables lunaires qu'il avait calculées peu d'années avant sa nomination à Greenwich. Son projet était de rectifier les coefficients des équations lunaires connues et de découvrir celles dont on n'avait alors aucune idée.

Malheureusement la lunette méridienne ne lui donnait qu'une seule des coordonnées de notre satellite; pour obtenir des positions complètes, il fit construire par Graham un quart de cercle mural de 8 pieds de rayon (1).

Établi, dans l'été de 1725, à la place même qu'avait occupée le quart de cercle de Flamsteed, et sur un massif de pierre qui remplaçait le mur de brique construit autrefois par cet astronome, l'instrument de Graham était destiné à l'observation des astres de l'horizon sud; tout de fer forgé, il donnait les secondes d'arc, de 13 en 13, au moyen d'un vernier; son réticule se composait uniquement de deux fils croisés, l'un horizontal, l'autre vertical. Halley s'en servit jusqu'à sa mort pour déterminer à la fois les deux coordonnées, ascension droite et déclinaison, de la Lune, des planètes et des étoiles du zodiaque. Cette idée d'employer un seul et même instrument

---

large, même relativement aux dimensions de l'objectif, que celle de la salle méridienne de Halley, l'ouverture des trappes de la salle méridienne de l'Observatoire de Paris est encore de beaucoup insuffisante.

(1) Halley en avait commandé un second qu'il voulait placer sur le côté occidental du même massif et qui n'a pas été construit faute de fonds.

à l'observation complète d'un astre, après avoir été abandonnée à la fin du siècle dernier, a été reprise de nos jours, et l'instrument de Flamsteed et Halley, modifié et perfectionné, forme ce que nous appelons aujourd'hui un *cercle méridien.*

Peu de temps après cette installation nouvelle, en 1727, à l'avénement de George II, la reine Caroline honora de sa visite l'Observatoire de Greenwich; charmée de tout ce qu'elle y vit et voulant récompenser les services d'un savant aussi illustre que Halley, elle lui rappela que, dans les premières années de sa vie, il avait commandé le vaisseau *le Paramour,* à bord duquel il avait fait ce voyage de découvertes qui avait rendu à la navigation de si grands services, et lui notifia un décret du Roi, son mari, par lequel on ajoutait à ses appointements de 100 livres la demi-paye d'un capitaine de vaisseau. Son traitement fut ainsi augmenté de 250 livres par an.

Les observations que Halley fit pendant son séjour à Greenwich sont excessivement nombreuses : en 1731, les seules observations de la Lune étaient au nombre de mille cinq cents, mais malheureusement il était seul et sans assistant. Ce manque de ressources l'avait déjà forcé, en l'année 1725, à supprimer les observations à la lunette méridienne; c'est probablement aussi la raison qui l'empêcha de publier au fur et à mesure les nombreuses séries de ses observations. Quoi qu'il en soit, les plaintes qui s'étaient élevées contre Flamsteed se renouvelèrent quand on vit Halley suivre son exemple, et cela avec d'autant plus de raison que Halley avait été un des principaux agents des mesures qui avaient fait tant souffrir son illustre et désintéressé prédécesseur. Dans la séance de la

Société royale du 2 mars 1727, à laquelle Halley assistait, le président, sir I. Newton, alors à la fin de sa vie, réclama, comme il l'avait fait pour Flamsteed, l'exécution du warrant de la reine Anne, en vertu duquel l'astronome royal devait envoyer chaque année à la Société la copie de ses observations de l'année précédente, afin que celle-ci pût les faire imprimer et les publier. Halley s'excusa en disant qu'il avait en effet un grand nombre d'observations, mais que, le parlement ayant promis une prime de 20000 livres à celui qui donnerait une méthode exacte pour déterminer les longitudes en mer, il aspirait à cette récompense et que, en conséquence, « il avait tenu jusqu'ici ses observations sous sa propre garde, afin d'avoir le temps d'achever la théorie qu'il se proposait de bâtir sur elles, avant que d'autres pussent prendre l'avantage de lui ravir le bénéfice de ses travaux ».

Les observations de Halley n'ont jamais été publiées; c'est là un fait regrettable : il importe d'avoir la situation et l'état du ciel à toutes les époques; car les observations même médiocres acquièrent avec le temps un prix inestimable, puisque les erreurs qu'elles comportent sont alors réparties sur un grand intervalle et deviennent insensibles.

Halley mourut le 14 janvier 1742, à l'âge de quatre-vingt-six ans.

IV.

BRADLEY.

James Bradley, l'un des astronomes les plus célèbres du monde entier, naquit à Scherburn (comté de Glo-

cester), en mars 1693. Il était le neveu du révérend James Pound, curé de Wansted, astronome distingué et connu surtout par la mesure de la distance des satellites de Jupiter à leur planète (1); son exemple et ses leçons inspirèrent de bonne heure à son neveu le goût de l'Astronomie.

Les premières observations de Bradley datent de 1715; il avait alors vingt-deux ans. En 1721, il fut nommé à la chaire d'Astronomie fondée par Savile à l'Université d'Oxford; mais il ne s'y installa guère que dix ans après. Dans les premières années, dès qu'il était libre, il courait chez son oncle, à Wansted, reprendre ses occupations favorites; on a de lui, et datant de cette époque, des observations d'une comète parue dans les derniers mois de 1723, et la détermination des longitudes de Lisbonne et du fort de New-York à l'aide des éclipses du premier satellite de Jupiter.

Il s'était, pendant cette période, lié d'amitié avec Samuel Molyneux, un de ces riches propriétaires anglais comme il en existe un si grand nombre aujourd'hui, amoureux de la science, qui la cultivent eux-mêmes et qui consacrent à son développement une partie de leur fortune. Grand amateur d'Astronomie, auteur d'une dioptrique qui fut alors célèbre, Molyneux avait érigé dans sa résidence de Kew, près de Londres, un petit observatoire où il suivait avec intérêt la marche des astres. Depuis longtemps, Picard avait observé dans l'étoile polaire des

(1) D'après ces observations, Bradley calcula, en 1721, des Tables des satellites de Jupiter.

mouvements singuliers, des inégalités annuelles allant à près de 40 secondes, qu'on n'avait encore point expliquées et dont on ne connaissait même pas la loi exacte. Des inégalités analogues avaient été observées plus tard sur d'autres étoiles. Dans le but de vérifier tout ce qui avait été dit à ce sujet, Molyneux fit construire par Graham un secteur de 24 pieds de rayon et d'un angle d'environ 15 minutes de degré, qu'il installa dans son observatoire et avec lequel il se proposait d'étudier l'étoile γ du Dragon; cette étoile n'étant distante du zénith que de quelques minutes, ses mesures étaient indépendantes des erreurs de réfraction.

Les observations, commencées le 3 décembre 1725 par Molyneux, furent continuées par Bradley et lui et conduisirent, au bout d'une année, à cette conclusion que l'étoile avait en déclinaison un mouvement de 39 secondes dont la période était annuelle. Molyneux, ayant été nommé lord de l'Amirauté, dut cesser ses recherches, et, le secteur primitif étant incommode à cause de ses énormes dimensions, Bradley en fit construire un autre de rayon moitié moindre, mais d'un angle de 12° 30′, afin de pouvoir suivre les variations de déclinaison d'étoiles plus éloignées du zénith; c'est avec ce secteur, établi à Wansted, chez Pound, le 19 août 1727, que Bradley fit la série d'observations qui le conduisit à la découverte du phénomène de l'aberration de la lumière, dont Picard avait constaté les effets sans pouvoir les expliquer. Le Mémoire de Bradley a été communiqué à la Société royale le 9 janvier 1729.

D'ailleurs les résultats des observations ne se présentaient point sous cette forme simple que le génie de Brad-

ley sut leur donner ; les positions observées des étoiles ne se trouvaient pas rigoureusement sur l'ellipse d'aberration annuelle ; en étudiant ces écarts, Bradley fut conduit, comme nous le verrons bientôt, à une seconde découverte, celle de la nutation de l'axe terrestre, découverte tout aussi fondamentale que la première pour le calcul et la prédiction de la position apparente des étoiles.

C'est au milieu de ces recherches que vint le trouver l'ordonnance royale qui le nommait directeur de l'Observatoire de Greenwich. Jamais, certes, on n'avait fait meilleur choix ; sans ressources officielles, avec le seul secours de ses relations et des hasards de la fortune, Bradley avait montré qu'il était un des observateurs les plus minutieux et les plus exacts de son époque, et il avait donné des preuves éclatantes de son esprit. Le choix de Bradley comme astronome royal était donc pour ainsi dire commandé ; il sut, dans l'exécution des devoirs de sa charge, payer à son pays la dette qu'il contractait en acceptant ces honorables fonctions.

Bradley, nommé à l'Observatoire de Greenwich le 2 février 1742, y trouva les instruments dans un état qui ne permettait guère d'en faire usage ; depuis quelques années, Halley, atteint d'une maladie grave, n'observait en effet presque plus. Le premier soin du nouvel astronome royal fut de les faire réparer. D'ailleurs, l'ordonnance royale de sa nomination lui accordant un aide, secours qui avait manqué à Halley, il choisit pour remplir ces fonctions l'un de ses neveux, John Bradley, dont il commença immédiatement l'instruction pratique. Reconnaissant bientôt que les déterminations d'ascension droite avec l'arc mural de Halley, dont toutes les parties ne se

trouvaient point dans le méridien, étaient inexactes, il résolut d'observer les astres avec deux instruments séparés, la lunette méridienne et l'arc mural, le premier donnant l'ascension droite et le second la déclinaison. Bradley se mit alors à l'œuvre avec une ardeur incroyable, si bien qu'en 1743 le nombre des observations qu'il fit avec son assistant s'éleva à dix-huit mille. En 1750, le Catalogue de Flamsteed avait été observé deux fois complétement; la distance apparente du zénith de Greenwich au pôle était déterminée avec une certaine approximation; en même temps les méthodes d'observation étaient perfectionnées : on se servait d'un niveau pour assurer l'horizontalité de l'axe de rotation; on inventait un nouvel éclairage pour observer les astres faibles; on notait l'état de l'atmosphère, afin de pouvoir faire intervenir la réfraction vraie dans la réduction des observations; au lieu de la minute dont se contentait Tycho et de la seconde qui suffisait à Flamsteed et à Halley, on appréciait la moitié et le tiers de seconde dans les observations d'ascension droite.

Entre les mains de Bradley, l'Astronomie de précision, conçue par Picard, venait donc de naître, et son premier résultat fut l'affirmation du phénomène de la nutation, dont la preuve fut communiquée à la Société royale le 7 juin 1748, après une révolution complète des nœuds de la Lune, depuis les premières observations faites par Bradley à Wansted, dans la maison de son oncle.

Malgré tous les perfectionnements apportés aux méthodes d'observation, Bradley fut bientôt amené à reconnaître que les résultats obtenus n'avaient point toute l'exactitude nécessaire; aussi il se préoccupa dès lors des moyens

d'avoir de nouveaux instruments. En 1748, lors de l'inspection annuelle du bureau des visiteurs, Bradley, fort de l'influence énorme que venait de lui donner sa nouvelle découverte, représenta aux membres de ce bureau la nécessité absolue de renouveler les instruments dont on se servait depuis vingt-cinq ans à l'Observatoire. Le bureau partagea l'avis de Bradley, et bientôt après le Gouvernement accordait à cet illustre astronome la somme de 1000 livres qu'il avait demandée.

L'astronome royal fit donc construire par Bird le second quart de cercle (1) commandé autrefois par Halley, et l'installa sur la face occidentale du massif qui portait déjà le premier; celui-ci fut déplacé et tourné vers le nord, le nouveau étant dirigé vers le sud, pour obtenir enfin la latitude de Greenwich avec toute l'exactitude possible. Le second instrument acheté par Bradley fut une lunette méridienne de 8 pieds, destinée à remplacer l'ancienne que la construction de son axe rendait incommode et inexacte; enfin, sur l'avis du Conseil de la Société royale, l'Amirauté fit pour l'Observatoire de Greenwich l'acquisition du secteur parallactique de 12 pieds et demi de rayon, avec lequel Bradley avait fait les deux découvertes qui ont rendu son nom immortel.

---

(1) Les quarts de cercle divisés par Bird portent deux divisions de l'angle droit, l'une en 90 degrés, l'autre en 96 parties. Cette seconde graduation offre l'avantage suivant : en divisant l'arc total en deux parties égales, chacune des moitiés en deux, etc., opérations que les constructeurs font très-exactement, on arrive à subdiviser le quadrant en arcs de 3 degrés tous égaux entre eux; reste ensuite un très-petit intervalle à diviser. Avec la division en 90 degrés, on est arrêté dès l'arc de 45 degrés.

Ce renouvellement des instruments nécessitait un agrandissement de l'Observatoire. En avant de la salle des cercles de Flamsteed et de Halley, en dehors de l'ancienne clôture, on construisit, pour la lunette méridienne, une nouvelle salle, qui fut séparée de l'autre par une pièce destinée aux calculateurs. Tous ces changements furent terminés en 1753. L'année précédente, le 15 février 1752, le roi George II avait attribué à Bradley la demi-paye de capitaine de vaisseau, qui avait été autrefois accordée à Halley par la reine Caroline (1).

Dès que ces nouveaux instruments furent en place, Bradley et son aide recommencèrent les observations avec une activité plus grande encore qu'auparavant; et, en 1762, leur nombre s'élevait à 60000, nombre prodigieux si l'on remarque que, chaque année, le travail de l'Observatoire était interrompu pendant les trois mois que l'astronome royal passait à Oxford pour y faire son cours d'Astronomie, et que, en outre, dans les dernières années de sa direction, la santé de Bradley devint très-chancelante.

Malheureusement, l'organisation insuffisante de l'Observatoire, en vertu de laquelle l'astronome royal n'avait à sa disposition qu'un aide collaborant à toutes ses observations, ne lui laissait pas le temps de les réduire et de les calculer.

A la mort de Bradley, le 13 juillet 1762, tous ses ma-

---

(1) A partir de ce moment, cette pension de 250 livres fut afférente à la place d'astronome royal, et le traitement de ce fonctionnaire fut par conséquent de 350 livres (8750 francs).

nuscrits furent enlevés par ses héritiers, et restèrent longtemps inutilisés entre leurs mains. Enfin, vers 1778, les trente-trois registres des observations de cet astronome furent remis à l'Université d'Oxford, qui les fit réduire et imprimer. Le premier volume, publié par les soins du docteur T. Hornsby, parut en 1798 sous le titre : *Astronomical Observations made at the Royal Observatory at Greenwich, from the year* 1750 *to the year* 1762, *by James Bradley*. Le second volume a été publié, avec le même titre, en 1805, sous la surveillance de A. Robertson. Depuis cette époque, un illustre astronome allemand, Bessel, a déduit de ces observations un Catalogue qui est encore l'une des bases les plus sérieuses de l'Astronomie stellaire, et qui a été publié sous le titre : *Fundamenta Astronomiæ, pro anno* 1755, *deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley, in specula astronomica Grenovicensi, per annos* 1758-1762 *institutis. Regiomonti,* 1818. Ce Catalogue comprend 3222 étoiles, dont presque toutes ont été observées cinq fois en ascension droite et trois ou quatre fois en déclinaison.

V.

BLISS.

Bradley fut remplacé par le révérend Nathaniel Bliss, professeur de Géométrie à l'Université d'Oxford et membre de la Société royale, qui l'avait déjà suppléé pendant la durée de sa maladie. Sa direction fut fort courte : elle ne dura que deux ans, cet astronome étant mort le 2 septembre 1764. Il fut remplacé par Maskelyne.

Les observations de Bliss (1762-1764) et celles de son aide, Charles Green, du 2 septembre 1764 au 15 mars 1765, ont été publiées par Robertson à la fin du deuxième volume des Œuvres de Bradley.

VI.

MASKELYNE.

Nevil Maskelyne, qui succéda, le 15 mars 1765, à N. Bliss dans la direction de l'Observatoire de Greenwich, était né à Londres, le 6 octobre 1732. Sa vocation astronomique s'était décidée en 1748 (il avait alors seize ans) par la vue d'une éclipse de Soleil qui fut presque totale. Bientôt après il se lia d'amitié avec l'illustre Bradley, dont il devint l'élève; sur ses conseils, et avec les observations de Greenwich, il calcula alors une Table de réfractions qui fut, pendant un grand nombre d'années, la seule employée par les astronomes de tous les pays; en 1761, l'astronome royal (Bradley) le fit envoyer par la Société royale à l'île de Sainte-Hélène pour y observer le passage de Vénus; le but principal de sa mission ne fut pas rempli, le ciel s'étant couvert au moment de l'observation; mais, doué d'un esprit éminemment investigateur, Maskelyne n'avait pas borné là le projet de ses travaux : il voulait déterminer à nouveau la parallaxe de la Lune et étudier aussi les irrégularités que présentaient les nombreuses observations de Sirius faites par La Caille au cap de Bonne-Espérance. Malheureusement le secteur qu'il emporta avec lui ne lui avait été livré que quelques jours avant son embar-

quement et, en l'étudiant à son arrivée, il y trouva des irrégularités qui surpassaient de beaucoup celles qu'il se proposait de déterminer. Ces erreurs tenaient principalement au mode défectueux de suspension du fil à plomb qui servait à déterminer la ligne zénithale de l'instrument. Toutes les observations qu'il fit à Sainte-Hélène sont donc perdues pour la science; mais les défauts de l'instrument furent pour lui l'occasion d'imaginer une nouvelle suspension du fil bien supérieure aux anciennes, et, pour les observations astronomiques, cette amélioration fut certainement une chose plus importante que toutes les recherches que Maskelyne se proposait de faire dans le ciel. « Bien déterminer le centre d'un secteur; faire que le fil, qui a toujours une épaisseur de quelques secondes, tourne exactement autour de ce centre ou le couvre toujours de la même manière dans toutes les positions de l'instrument, est un problème difficile dont on n'avait jusqu'alors aucune solution satisfaisante. »

D'ailleurs, travailleur infatigable, Maskelyne mit à profit le temps même de la traversée pour comparer toutes les solutions qu'on avait données du problème des Longitudes. A son retour, il proposa aux lords de l'Amirauté, et ses efforts furent assez persévérants pour la faire accepter, la publication d'un Almanach nautique, rédigé sur un plan analogue à celui de La Caille, et qui parut pour la première fois en 1763, sous le titre de *British mariner's Guide;* c'est l'origine du Recueil astronomique encore célèbre aujourd'hui, suivi par les marins de toutes les nations, et publié en Angleterre, par les lords de l'Amirauté, sous le titre de *The Nautical Almanac and Astronomical*

Ephemeris (1); Maskelyne en dirigea la publication jusqu'à sa mort, c'est-à-dire pendant quarante-cinq ans.

En 1765, Maskelyne fut nommé astronome royal. C'était certainement, à cette époque, le meilleur astronome praticien de l'Angleterre. En même temps, sur la demande de la Société royale, et sur l'avis des avocats de la couronne que le warrant rendu par la reine Anne en 1710 n'avait plus force de loi, le roi Georges III renouvela le décret qui mettait l'Observatoire sous la haute surveillance de la Société royale. Ce nouveau warrant n'était pas la reproduction de l'ancien, mais on avait profité de l'expérience acquise, depuis la fondation de l'établissement, pour réformer ce qui avait été reconnu défectueux, tout en conservant ce qui avait tant contribué à sa gloire.

Désormais l'astronome royal fut tenu de résider à l'Observatoire d'une manière permanente, et il lui fut interdit d'accepter aucun autre emploi. L'usage qui s'était introduit de montrer l'Observatoire pour de l'argent fut aboli, et personne ne put pénétrer dans les cabinets d'observation sans être accompagné de l'astronome ou de son aide. Les cahiers d'observation furent déclarés propriété de l'État, et il fut interdit de les enlever de l'Observatoire sous aucun prétexte. L'astronome royal devait aussi remettre au Conseil de la Société royale, dans les six premiers mois de chaque année, une copie exacte des observations faites dans l'année précédente; enfin, et c'est peut-être là la plus grande obligation que nous ayons à

(1) Le *Nautical Almanac* est tiré à 20 000 exemplaires; la *Connaissance des Temps* se tire à 3000.

Maskelyne, cet astronome obtint en 1767 la création d'un fonds spécial affecté à l'impression des observations. Jusque-là les observations restaient souvent enfermées dans les observatoires où elles avaient été faites; elles y étaient comme non avenues, non-seulement pour les astronomes, qui n'étaient point à portée de consulter ces dépôts précieux, mais aussi pour l'observateur lui-même, que ses occupations de tous les jours et de tous les instants empêchaient de tirer, de ce qu'il avait vu, toutes les conséquences qui pouvaient s'en déduire. Les observations de Maskelyne ont été publiées régulièrement, à partir de 1776, sous le titre : *Astronomical Observations made at the Royal Observatory at Greenwich, by the Rev. N. Maskelyne, Astronomer Royal;* leur ensemble forme quatre volumes.

Afin de pouvoir suffire avec son aide aux conditions qu'il s'était imposées lui-même, Maskelyne adopta un plan de travail tout différent de celui de Bradley. Il renonça à multiplier les observations, à faire un Catalogue nombreux, convaincu par l'exemple de ses prédécesseurs qu'il est presque impossible à un astronome qui se livre à un cours ininterrompu d'observations de ce genre, qui y consacre la plus grande partie de ses nuits, de trouver ensuite le temps ou le courage d'exécuter tous les calculs que nécessite leur publication, et de les comparer aux Tables pour en modifier ou en refondre tous les éléments.

Maskelyne choisit donc parmi les étoiles de Flamsteed, Halley et Bradley, trente-six étoiles fondamentales qui lui servaient à bien régler la pendule et que l'on observait avec assiduité, ainsi que le Soleil et la Lune. Quant aux planètes, on les observait rarement et seulement dans

les points principaux de leurs orbites; et, sauf les étoiles dont nous avons parlé, presque toutes étaient entièrement laissées de côté.

En même temps, Maskelyne perfectionna le procédé d'observation à la lunette méridienne. Au mois d'août 1772, il imagina de faire glisser dans une rainure l'oculaire de la lunette, afin de l'amener successivement vis-à-vis de chacun des fils du réticule; on évitait ainsi toute erreur de parallaxe, en augmentant néanmoins le nombre des fils (Maskelyne le porta de trois à cinq) et par conséquent la précision de l'observation. Un mois plus tard, il substitua la division de la seconde en dix parties à la division par huit qu'il avait adoptée d'abord. Ce mode de division est encore employé aujourd'hui, et il est d'une commodité telle, qu'on a peine à concevoir qu'il ait fallu près de cent ans d'observations continues pour amener les astronomes à l'imaginer et à l'employer.

Les observations de passage ayant été ainsi amenées à un haut degré de précision, Maskelyne remarqua (1795) que les *corrections de pendule* (1) qui se déduisaient de ses propres observations différaient toujours, et d'une quantité constante, de celles que l'on obtenait par l'emploi des observations de son aide. Ce phénomène, que les astronomes connaissent aujourd'hui sous le nom d'*équation personnelle*, qui a été étudié au commencement de ce siècle par Bessel, et que l'on peut maintenant mesurer, expliquer presque dans ses moindres détails, surprit vive-

(1) C'est le nombre qu'il faut ajouter ou retrancher à l'heure donnée par la pendule, au moment du passage d'une étoile au méridien, pour avoir l'heure exacte de ce passage



ment Maskelyne; et, pour éviter cette erreur qu'il croyait accidentelle, il se sépara de son aide, dont la manière de compter et de subdiviser la seconde ne pouvait s'accorder avec la sienne propre.

De 1770 à 1780, Maskelyne fit établir, en haut des tourelles qui flanquaient l'habitation, deux dômes tournants destinés à abriter deux secteurs équatoriaux, et il élargit les fentes méridiennes de la salle de l'instrument des passages. En même temps, soupçonnant que son quart de cercle s'était déformé, il résolut de le remplacer par un cercle entier; c'est le premier appareil de ce genre qui ait été construit, et il a fallu pour réussir toute l'habileté de Troughton, à qui cet instrument avait été commandé. Maskelyne n'eut pas la satisfaction de mettre en place ce cercle mural; il mourut le 9 février 1811, avant que l'instrument eût été livré par le constructeur.

VII.

POND.

John Pond naquit à Londres en 1767; son père était un négociant aisé de la Cité. Son éducation fut fort entravée par la faiblesse de sa santé; il fut même, à deux reprises différentes, obligé de quitter l'Université de Cambridge pour aller résider dans le midi de la France et en Espagne, puis à Constantinople et en Égypte. Au retour de ce dernier voyage, en 1806, il établit sa résidence à Westbury, dans le Somersetshire, et y installa un instrument d'azimut et de hauteur, construit par Troughton, et dans lequel il avait fait introduire un perfectionnement

remarquable. Jusqu'alors la lecture sur les cercles divisés se faisait au moyen de verniers; Pond imagina de leur substituer six microscopes équidistants, normaux à la graduation, et dans le plan focal desquels une vis micrométrique faisait mouvoir un système de fils se coupant à angle aigu; pour déterminer la position du cercle à un instant quelconque, il pointait, avec cette croisée de fils, sur le trait le plus voisin de la graduation.

Il entreprit alors une série d'observations de déclinaison de quelques-unes des principales étoiles fixes, pour en comparer ensuite les résultats avec ceux qu'avaient donnés les observations de Bradley et de Maskelyne au quart de cercle mural de Bird. Quoique le cercle de son instrument fût de dimensions médiocres, surtout en comparaison de celles de l'immense quart de cercle de Greenwich, son habileté d'observateur, le soin qu'il mettait à toutes les mesures, et enfin la précision que lui donnait l'emploi des microscopes, lui permirent de démontrer d'une façon certaine l'existence d'une déformation considérable dans l'instrument de Greenwich, déformation que Maskelyne n'avait fait qu'entrevoir.

Ce travail fit sensation à l'époque de son apparition (*Philosophical Transactions*, 1808) et posa Pond comme le meilleur observateur d'Angleterre. Lié d'amitié avec Troughton, il en dirigea dès lors les ateliers et présida à la construction d'un grand nombre d'instruments astronomiques, caractérisés par une élégance de forme, une facilité de manœuvre et une précision inconnues jusqu'à lui. Lors de la mort de Maskelyne, Pond était donc naturellement désigné pour lui succéder; il avait alors quarante-quatre ans (1811). A cette occasion, le traitement

d'astronome royal fut porté à 600 livres, et le Gouvernement prit à sa charge les frais de chauffage et d'éclairage de l'Observatoire; un second aide fut adjoint à l'astronome royal et la publication des observations devint trimestrielle. Plus tard, Pond obtint que le nombre des aides fût porté à six : deux furent nommés en 1822, deux autres en 1825. Pond n'était point calculateur, et ce grand nombre d'aides, chez lesquels il maintenait une discipline rigoureuse, lui permettait d'étendre beaucoup ses travaux.

Le séjour de Pond à l'Observatoire de Greenwich fut d'ailleurs fertile en résultats importants. En 1812, le cercle mural commandé par Maskelyne ayant été installé, il s'en servit aussitôt pour faire un Catalogue de déclinaisons de quarante-huit étoiles, Catalogue remarquable par sa précision et qui fut considéré par Bessel comme le « *nec plus ultrà* » de l'Astronomie moderne. En 1815, il mesura les déclinaisons et les mouvements propres de trente étoiles. En 1816, il fit remplacer la lunette méridienne de Graham par une nouvelle lunette méridienne de Troughton, de 10 pieds de longueur, et dont l'objectif avait 5 pouces d'ouverture; en même temps, un équatorial de Ramsden, donné à l'Observatoire par lord Liverpool, fut installé dans le dôme nord-est. Ces instruments servirent à déterminer les parallaxes d'un certain nombre d'étoiles. Bientôt après (1818) l'astronome royal, fort de cette longue expérience, publia un travail remarquable sur la comparaison des différentes méthodes que l'on peut employer à la construction des catalogues d'étoiles, travail que les astronomes de nos jours lisent encore avec grand profit.

L'habileté de Pond dans l'étude et la vérification des

instruments était devenue célèbre ; les astronomes et les constructeurs aimaient à le consulter, et presque toujours

Fig. 3.



Entrée de l'Observatoire de Greenwich (côté est).

l'Astronomie tirait de ses études quelque perfectionnement nouveau. Ainsi, en 1825, ayant à essayer et à vérifier un

cercle mural construit par Jones, pour l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance, sur le modèle de celui de Troughton et avec les mêmes dimensions, Pond fit usage d'une méthode de vérification excessivement remarquable, et qui devint la base d'un nouveau procédé de détermination des déclinaisons. Le cercle du Cap fut fixé à côté de celui de Greenwich, sur la face opposée du massif; chacun d'eux fut muni d'un bain de mercure, et leur ensemble ne fit, pour ainsi dire, qu'un seul et même instrument. En observant simultanément aux deux cercles les mêmes étoiles, soit directement, soit par réflexion, on avait la différence des lectures correspondant à des positions parallèles de leurs lunettes; ces deux instruments étant ainsi ramenés à la même origine, on observait les mêmes étoiles, directement à l'un d'eux, par réflexion à l'autre; combinées avec les observations précédentes, celles-ci faisaient connaître les hauteurs des étoiles observées; ces hauteurs, comparées aux résultats des premières recherches, donnaient la position du diamètre horizontal de chacun des cercles et permettaient d'en comparer les inexactitudes respectives. Sur les instances de l'astronome royal, le Gouvernement fit l'acquisition de ce nouvel instrument, et c'est avec ce double cercle mural que furent faites désormais presque toutes les déterminations de déclinaisons à l'Observatoire de Greenwich. Le résultat fut publié, en 1836, sous le titre : *Catalogue of the nord polar distances of sixty stars, reduced to* 1830 *January* 1, *derived from observations made at Greenwich by the two circles and six microscopes,* 1825-1833.

Malgré ces nombreux travaux et la régularité de leur publication, Pond eut à supporter plus d'une critique. Il

y prêtait d'ailleurs le flanc; car, imitant en cela Maskelyne, il négligeait systématiquement les observations des planètes : ainsi, en 1814 et 1815, il n'a été fait à Greenwich que deux observations de ces astres; mais, si cette omission fut le premier prétexte des plaintes de la Société royale, le soin avec lequel Pond écartait les vrais astronomes des fonctions d'assistant en fut sans doute la cause véritable. D'ailleurs les reproches s'égarèrent bientôt; non-seulement on mit en doute l'exactitude, pourtant si prodigieuse, de ses observations, mais on alla même jusqu'à l'accuser de les altérer, de les arranger, avant de les livrer à l'impression. L'astronome royal fut vigoureusement défendu par Bessel; et ces deux hommes, dont l'un est le type le plus parfait de l'astronome observateur, l'autre l'un des représentants les plus illustres de l'Astronomie de calcul, en même temps qu'observateur fort habile, unirent leurs efforts pour faire accepter par le monde astronomique les immenses perfectionnements introduits par Pond dans l'art des observations.

Les éloges de Bessel furent pour l'astronome royal sa plus belle récompense et sa plus grande consolation; car il eut à soutenir des luttes fréquentes avec le *Board of Visitor's*, dont, en 1830, les pouvoirs furent augmentés et la composition considérablement modifiée (1). Aux termes

(1) Le bureau fut dès lors composé du président de la Société royale, du président de la Société astronomique, de tous les anciens présidents de ces deux Sociétés, de cinq membres de chacune d'elles désignés par le président en exercice, et des titulaires des chaires d'Astronomie d'Oxford et de Cambridge. Quelques mots sont nécessaires pour bien faire comprendre la valeur et le rôle

de l'ordonnance royale, le bureau était autorisé à faire faire, par l'astronome royal, telles observations qu'il jugerait convenable (1) ; à inspecter les instruments ; à adresser aux lords de l'Amirauté les propositions qu'il croyait utiles ; à exiger de l'astronome royal, à la fin de chaque trimestre, une copie des observations faites dans le trimestre précédent.

Peu de temps après cette organisation du *Board of Visitor's,* vers la fin de 1835, Pond, miné par une maladie grave, donna sa démission et quitta l'Observatoire, avec une pension de 600 livres, pour se retirer à Blackheath, près de Greenwich, où il mourut, le 7 septembre 1836, à l'âge de soixante-neuf ans.

M. G.-B. Airy, directeur de l'Observatoire de Cambridge, astronome déjà célèbre par de nombreux travaux, fut appelé à prendre la succession de Pond. Doué d'une grande activité, savant universel, intelligence d'élite, cet astronome renouvela presque complétement l'Observatoire de Greenwich.

---

de ce bureau d'inspection. La Société royale et la Société astronomique ne sont point des corps fermés, à nombre fixe et limité de membres appointés par l'État. Toutes les personnes qui s'intéressent aux Sciences et à l'Astronomie peuvent, quand elles le veulent, faire partie de ces deux Sociétés ; chacune d'elles se renouvelle donc très-fréquemment.

(1) Cette clause montre bien quel était le motif apparent des critiques de la Société royale.

VIII.

AIRY.

Le septième astronome royal, George Bidell Airy, est né, le 27 juillet 1801, à Alnwick, dans le Northumberland.

Ses véritables travaux astronomiques commencent à l'année 1822 ; il s'occupe à la fois de recherches de Mécanique céleste et du perfectionnement des instruments d'astronomie. Ainsi, en quelques années (1822-1827), il publie un Mémoire remarquable sur la forme de la Terre, un travail sur l'attraction des sphéroïdes et sur la figure d'équilibre d'une masse fluide homogène dont les molécules sont soumises à leurs attractions mutuelles et à des forces extérieures de faible intensité ; il s'occupe en même temps de la théorie du pendule et de la construction des horloges, étudie l'emploi du verre argenté pour les miroirs de télescope, donne les principes qui doivent régir la construction des oculaires achromatiques des lunettes, étudie l'aberration sphérique des oculaires ainsi qu'un défaut particulier de l'œil, l'astigmatisme, et indique le moyen de le corriger (1).

Le 15 avril 1827, il fut nommé directeur de l'Obser-

(1) M. Airy avait reconnu sur lui-même qu'il ne voyait pas avec une égale netteté les deux systèmes de fils perpendiculaires d'un micromètre à fils d'araignée. Pour corriger ce défaut de son œil, il fut amené à employer des besicles dont les verres étaient cylindriques et convenablement orientés.



vatoire de Cambridge ; et, peu après, *Plumian professor*, en la chaire d'Astronomie de l'Université de cette ville.

Cet Observatoire, construit tout récemment, ne possédait alors qu'une lunette méridienne de Dollond, de 10 pieds de distance focale et de 5 pouces d'ouverture. M. Airy observa avec elle, jusqu'en 1832, les planètes, alors un peu délaissées à l'Observatoire royal, le Soleil, la Lune et un assez grand nombre d'étoiles. Chaque année, ces observations étaient réduites et publiées. En octobre 1832, un cercle mural, exécuté par Troughton, fut installé à l'Observatoire de Cambridge, où l'on put alors déterminer à la fois les deux coordonnées des différents astres. Les observations faites de 1828 à 1835 conduisirent M. Airy à la construction d'un Catalogue de 726 étoiles, qui fut publié en 1838 (1).

En même temps et pour remplir ses devoirs de Plumian professor, M. Airy portait son attention sur les faits si intéressants dont l'immortel Fresnel venait de doter la science ; là encore il sut ouvrir aux chercheurs des horizons nouveaux.

En 1835, M. Airy fut appelé, par les lords de l'Amirauté, au poste d'astronome royal. On a vu l'extension successive que Pond avait donnée à son système d'observations ; M. Airy le développa davantage encore et imprima à l'Observatoire une marche qui, tout en restant conforme à la lettre même du décret de fondation de

---

(1) *A Catalogue of* 726 *stars deduced from the observations made at the Cambridge Observatory, from* 1828 *to* 1835 ; *reduced to January* 1, 1830. (*Memoirs of the Royal Astronomical Society*, vol. XI.)



Charles II, en remplissait complétement l'esprit. En première ligne furent placées les observations de la Lune, objet primitif et caractéristique de l'Observatoire; ces observations impliquent nécessairement celles du Soleil et d'un nombre considérable d'étoiles. Afin de pouvoir observer notre satellite dans toutes ses positions, et pour profiter des moindres éclaircies, un grand instrument d'azimut et de hauteur fut élevé, en 1844, au-dessus de l'ancien Observatoire de Flamsteed. Au second rang, l'astronome royal mit l'observation régulière des planètes, astres qui avaient été un peu négligés par ses prédécesseurs, mais dont l'étude est nécessaire et fournit des bases solides pour la théorie des corps de notre système; enfin on devait s'occuper aussi de la révision et de la publication des grands Catalogues d'étoiles, de l'observation des étoiles doubles et des comètes.

En outre, toutes les observations de la Lune et des planètes qui avaient été faites à Greenwich, de 1750 à 1830, ont été réduites et publiées, et ont fourni des données précieuses pour la correction des éléments de l'orbite lunaire, objet d'une importance capitale pour l'Astronomie nautique.

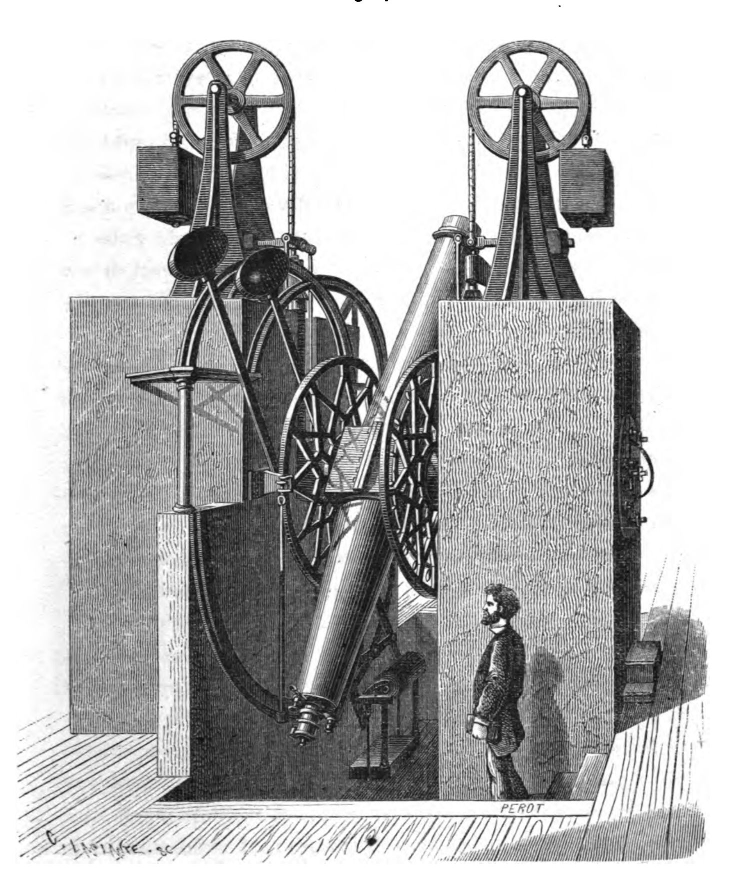
D'ailleurs l'Astronomie ne peut à elle seule donner tous les éléments nécessaires à la conduite d'un vaisseau; l'étude du magnétisme est aussi, pour les marins, d'une importance capitale. M. Airy proposa donc, en 1836, aux lords de l'Amirauté la construction d'un Observatoire magnétique, proposition qui fut acceptée.

L'enceinte de l'ancien Observatoire étant déjà presque entièrement remplie par les bâtiments, on détacha alors du parc royal de Greenwich une petite portion, sur la-

quelle on érigea le nouvel Observatoire; celui-ci, toujours dépendant de l'ancien, fut placé sous les ordres immédiats de M. Glaisher, savant de grande énergie et dont le nom est aujourd'hui populaire. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, l'Observatoire magnétique de Greenwich a reçu, sous son habile direction, des développements et des perfectionnements successifs qui en font actuellement l'un des établissements les plus complets du globe. Les moindres variations de l'aiguille de déclinaison et d'inclinaison, les changements successifs qui surviennent dans l'intensité de la composante horizontale et de la composante verticale du magnétisme terrestre, l'état électrique de l'atmosphère, la pression atmosphérique, la température et l'état hygrométrique de l'air, la direction et la force du vent, s'enregistrent eux-mêmes d'une façon continue, « laissant ainsi entre les mains de l'homme une histoire impartiale de leurs changements, rédigée par eux-mêmes. »

Vers 1847, M. Airy résolut d'abandonner le système d'observations méridiennes introduit par Bradley, et qui consistait à déterminer chacune des deux coordonnées de l'étoile avec un instrument séparé. Ce projet ayant été adopté par le Bureau des Visiteurs, on commença aussitôt la construction d'un nouvel instrument appelé *cercle méridien*, modèle imité plus tard par les Observatoires de presque tous les pays (*fig.* 4, 5 et 6). Ce cercle est la réunion d'une lunette méridienne et d'un cercle mural; la distance focale de son objectif est de $3^{m},90$ et son ouverture de 22 centimètres; il a été installé dans une salle construite sur l'emplacement de la salle des cercles jumeaux de Pond, démolie à cette occasion et qui porte actuellement

Fig. 4.



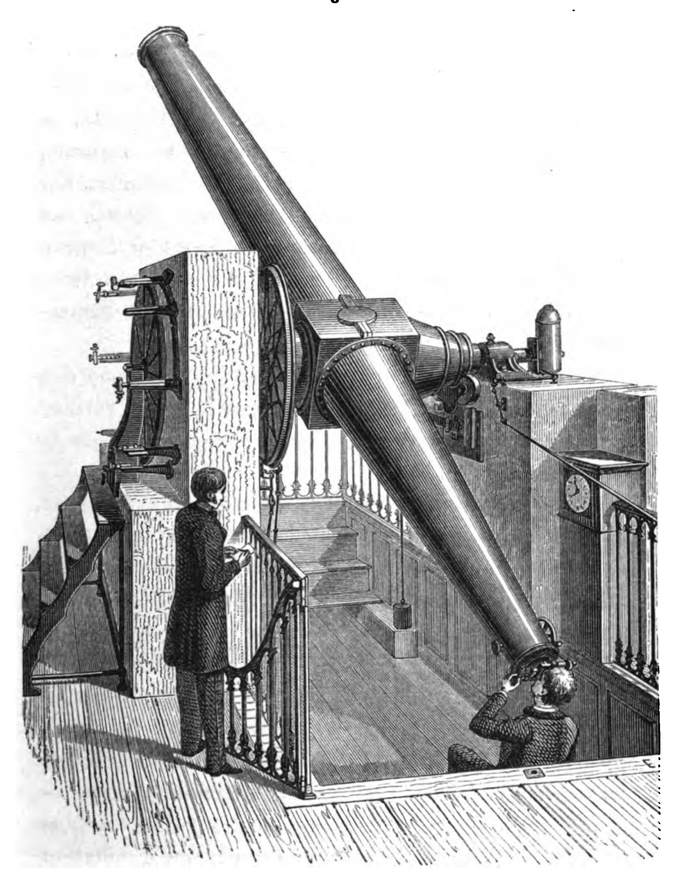
Cercle méridien de l'Observatoire de Greenwich.

le nom de *Transit-circle Room*. Cette salle a une longueur de 11^{m},70; les ouvertures, percées dans le toit pour permettre l'observation du ciel, ont 1 mètre de largeur. Nous sommes loin, on le voit, des dimensions restreintes que Rœmer avait données aux ouvertures de la première salle méridienne; et cependant, malgré leur grandeur relative, les trappes du Transit-circle Room de Greenwich sont trop étroites encore; l'idéal, pour un instrument méridien, serait d'être placé dans une chambre dont les murs aussi bien que le toit disparaîtraient au moment de l'observation, laissant ainsi toutes ses parties en contact direct avec l'air ambiant et leur donnant par suite une température égale.

La précision obtenue avec ce nouvel instrument ne suffit point à l'astronome royal. Il restait encore, dans les observations de passage, une erreur particulière à chaque observateur et dépendant de leur différence d'*équation personnelle*; pour l'éviter, M. Airy résolut de changer le système d'observations et d'avoir recours à la méthode chronographique que venaient d'imaginer deux astronomes américains, Sears Walker et William Bond.

Armé d'une clef de Morse, l'observateur guette l'instant où un point déterminé de l'image de l'astre paraît coïncider avec l'un des fils du réticule; il appuie alors sur la clef et le signal ainsi produit s'inscrit instantanément sur une feuille de papier qu'un mécanisme d'horlogerie fait mouvoir d'un mouvement uniforme, et sur laquelle s'inscrivent en regard, automatiquement, les secondes de la pendule d'observation. Il suffit ensuite de diviser, avec une échelle métrique, l'intervalle compris entre les signaux de deux secondes consécutives pour ob-

Fig. 5



Cercle méridien de l'Observatoire de Paris

tenir, au dixième de seconde près, l'instant où l'étoile a passé derrière le fil.

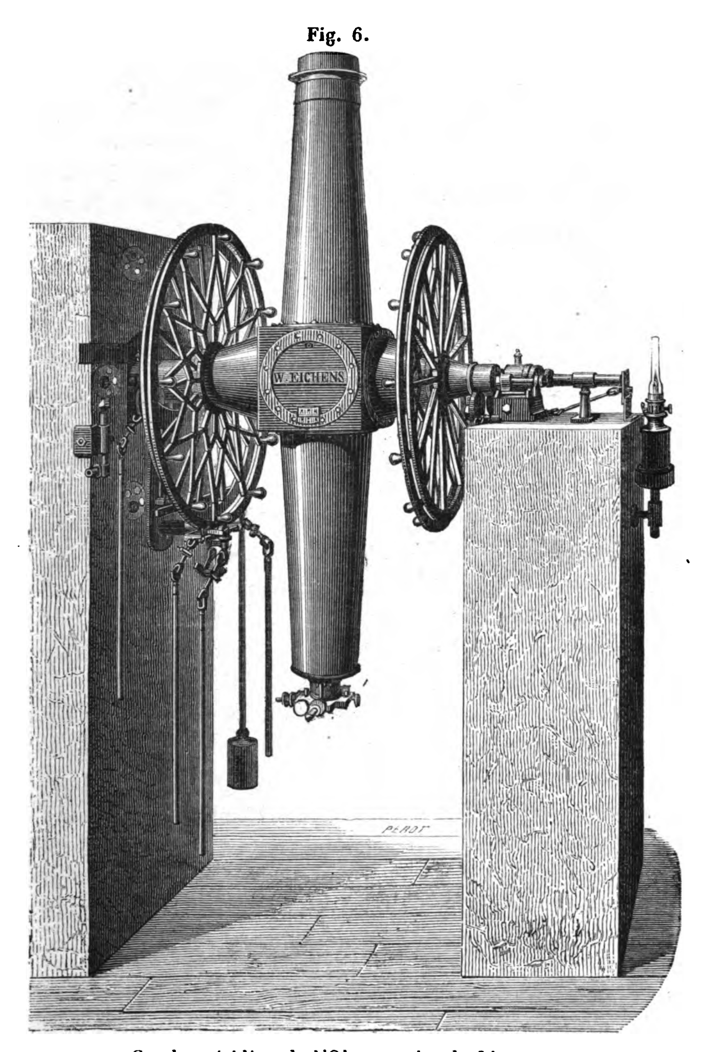
Outre l'altazimut et le cercle méridien, l'astronome royal d'Angleterre fit encore établir une grande lunette montée équatorialement et de $5^m,60$ de distance focale, avec 32 centimètres d'ouverture, qui fut installée, le 4 juin de l'année 1859, sous un nouveau dôme tournant, à toit plat (le dôme sud-est), de $10^m,50$ de diamètre. Cet instrument sert aux observations extra-méridiennes des planètes et des comètes. Les observations s'y font, comme au cercle méridien et à l'altazimut, par la méthode chronographique, et les résultats donnés par ces trois instruments s'inscrivent sur le même chronographe.

Ce grand équatorial a servi, en 1871 et 1872, à des observations de γ du Dragon, faites dans le but de vérifier la valeur de la constante de l'aberration adoptée par le *Nautical Almanac*.

Tout récemment, en outre, M. Airy a décidé d'ajouter aux travaux déjà si nombreux de l'Observatoire une étude suivie du Soleil. Dans ce but, un beau spectroscope a été adapté à l'équatorial de 32 centimètres, et le photohéliographe de la Société royale a été transporté de Kew à Greenwich. Ces observations solaires doivent commencer dans le courant de 1873.

Enfin l'Observatoire de Greenwich donne l'heure à toute l'Angleterre au moyen d'une horloge maîtresse (*motor-clock*), située dans une petite chambre basse occupant, à côté du chronographe, une des parties les plus anciennes de l'édifice. La pendule est, par son installation même (les murs de la salle sont doubles), mise à l'abri de toutes les variations brusques de l'atmosphère; sa

Fig. 6.



Cercle méridien de l'Observatoire de Lima.

marche ne varie que lentement et graduellement, et un appareil magnétique placé dans une salle voisine permet de la remettre tous les jours à l'heure exacte; c'est avec cette horloge que l'Observatoire de Greenwich étudie et règle les chronomètres de la plus grande partie de la marine anglaise (1).

L'organisation intérieure de l'Observatoire de Greenwich fut réglementée, pour la première fois, en 1852, sous la direction de M. Airy. L'astronome royal Pond, qui avait eu, le premier, des assistants en nombre considérable, avait cru inutile une pareille réglementation; et cela se comprend aisément, « puisqu'il s'était constamment opposé à laisser nommer aux places d'assistant des personnes dont la position dans le monde scientifique et les prétentions auraient, suivant lui, fait dégénérer l'Observatoire en un bureau d'astronomes rivaux »; mais, avec l'extension que M. Airy avait donnée aux travaux de l'Observatoire royal, un tel système était plus inadmissible encore qu'au temps de Pond, et il eût été éminemment préjudiciable aux intérêts de la science.

Tout en conservant leur dépendance nominale vis-à-vis de l'astronome royal, les assistants de l'Observatoire ont obtenu peu à peu une indépendance scientifique considérable. Les observations magnétiques et météorologiques, confiées à M. Glaisher, se font, quoi qu'en dise le décret royal inséré à la fin de chacun des volumes d'observations annuelles de l'Observatoire de Greenwich, sous sa propre

(1) Le travail des chronomètres est sous la direction d'un assistant spécial qui le fait sous sa responsabilité; il occupe à peu près un tiers du personnel de l'Observatoire.

responsabilité, et, c'est à lui seul que s'en prendrait le monde savant si ces observations étaient mal exécutées.

De même l'Observatoire astronomique est partagé en plusieurs départements, dont un assistant a la responsabilité.

Actuellement le personnel de l'Observatoire royal de Greenwich est le suivant :

1° L'astronome royal, directeur de l'Observatoire, qui y est logé, et dont le traitement est de 25 000 francs; il est nommé par le premier lord de la Trésorerie, sur la proposition des lords de l'Amirauté, et ne peut accepter aucune autre fonction, « tous ses efforts devant être consacrés aux progrès que l'Astronomie peut apporter à l'art de la navigation. »

2° Sous ses ordres sont sept autres astronomes chargés de l'assister dans ses observations; on les appelle *assistants*, et un nombre variable de calculateurs.

Les assistants sont nommés par les lords de l'Amirauté, sur la proposition de l'astronome royal; leurs traitements varient de 12500 à 2500 francs. Aucun des assistants n'est logé à l'Observatoire; une somme de 7000 francs est divisée entre eux pour leur servir d'indemnité de logement.

Quant aux calculateurs auxiliaires, dont le rôle est de faire ces nombreux calculs nécessaires à un Observatoire, mais dont l'exécution, pour ainsi dire mécanique, distrairait les véritables astronomes de leurs travaux scientifiques, ils sont choisis par l'astronome royal, qui augmente ou diminue leur salaire et leur nombre absolument comme il l'entend.

IX.

RÉSUMÉ.

Ainsi que l'a montré cet exposé des travaux de l'Observatoire de Greenwich, exposé d'où nous avons banni tous les détails qui n'intéressent point directement les progrès de l'art astronomique, il s'est accompli à l'Observatoire royal d'Angleterre, depuis sa fondation jusqu'à nos jours, d'immenses travaux. Fondé dans le but parfaitement défini d'aider, autant que faire se pouvait, aux intérêts maritimes, qui furent toujours pour l'Angleterre une source de richesses et de prospérité, l'Observatoire de Greenwich a toujours été et est encore un Observatoire de précision. L'astronome royal, chargé de sa direction, s'est occupé avant tout des besoins généraux, et, au lieu de chercher dans des travaux faciles une illustration personnelle, il a toujours préféré, d'accord avec les ordonnances royales, consacrer tous ses efforts à la formation des Tables et des Catalogues que réclamaient les intérêts vitaux de son pays.

A toutes les époques, les savants illustres qui ont eu l'honneur de présider aux destinées de l'Observatoire de Greenwich, instruits par leur longue expérience des besoins réels de l'Astronomie, ont eu pour principal objectif l'amélioration des instruments et le perfectionnement des méthodes d'observation. « Flamsteed, l'un des plus grands observateurs qui aient paru; Halley, illustre par des voyages entrepris pour l'avancement des sciences, par son beau travail sur les comètes, qui lui a fait découvrir

le retour de la comète de 1759, et par l'idée ingénieuse d'employer le passage de Vénus sur le Soleil à la détermination de sa parallaxe; Bradley, le modèle des observateurs et célèbre à jamais par deux des plus belles découvertes que l'on ait faites en Astronomie, l'aberration des fixes et la nutation de l'axe terrestre »; Pond, l'inventeur des microscopes micrométriques, qui permettent de mesurer les angles à $\frac{1}{10}$ de seconde; Airy, l'illustre directeur de l'Observatoire de Greenwich; tous étaient, à l'époque de leur nomination, les meilleurs astronomes observateurs de leur temps, et leur élévation au poste d'astronome royal ne les a pas empêchés de continuer leurs observations. Jamais, en effet, on n'a confié la direction de l'Observatoire royal à un savant, quelque illustre qu'il soit, qui ne fût point, par ses travaux antérieurs, au courant des choses du métier. Aussi l'Observatoire de Greenwich, sans jamais quitter la voie éminemment utile qui lui avait été tracée, a vu son programme primitif peu à peu étendu, ses méthodes d'observation toujours adaptées aux progrès récents de la science, et, grâce à cette fixité dans ses travaux, il a pu contribuer puissamment aux progrès de la marine anglaise et à la gloire scientifique de la nation qui l'avait fondé.

L'Observatoire de Greenwich peut d'ailleurs concentrer toutes ses forces sur certains buts déterminés; en effet, autour de lui, de nombreux Observatoires, érigés par les puissantes Universités du Royaume-Uni ou dus à l'initiative des riches propriétaires terriens d'Angleterre et des commerçants les plus considérables de la Cité, tiennent à honneur d'étudier et de résoudre toutes les questions astronomiques que le programme de l'Obser-

vatoire royal ne lui permet point d'aborder. C'est ainsi qu'ont été faits les travaux des Herschel, de Carrington, de Warren de la Rue, de Lassell, de Huggins et de Lockyer, qui nous ont fait pénétrer si avant dans la constitution intime des mondes qui peuplent l'univers.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRES UNIVERSITAIRES.

I.

OBSERVATOIRE DE RADCLIFFE (OXFORD).

La construction de l'Observatoire d'Oxford, qu'on appelle généralement *Observatoire de Radcliffe,* a été commencée en 1771, sur un terrain donné par le duc de Marlborough et à l'aide d'un legs du docteur Radcliffe. Le docteur Hornsby, qui occupait à cette époque la chaire d'Astronomie fondée par sir H. Saville, et qui avait été le promoteur de la nouvelle institution, fut son premier directeur (1) (*Radcliffe observer*). Thomas Hornsby, né à Oxford le 28 août 1733, avait déjà, à cette époque,

(1) Sir H. Saville avait fondé, le 11 août 1619, deux chaires à l'université d'Oxford, l'une de Géométrie, l'autre d'Astronomie. Le professeur d'Astronomie devait enseigner l'Astronomie, l'Optique, etc.; il était tenu de faire des observations astronomiques et de les enregistrer.

publié un certain nombre de travaux; entre autres une dissertation sur la parallaxe du Soleil (1763), un Mémoire sur les préparatifs à faire pour l'observation du prochain passage de Vénus (1765), qu'il observa lui-même en juin 1769 à Oxford, et d'où il déduisit une valeur assez approchée de la parallaxe solaire.

Les constructions ne furent complétement terminées qu'en 1794; mais, dès l'année 1774, elles étaient assez avancées pour permettre de commencer la série des observations astronomiques. D'après le plan du docteur Hornsby, les bâtiments de l'Observatoire de Radcliffe devaient renfermer, non-seulement un Observatoire véritable, mais aussi une école pratique d'Astronomie, où les étudiants de l'Université seraient mis à même de compléter leurs études théoriques par un usage plus ou moins suivi des instruments astronomiques. Aussi le bâtiment était-il partagé en deux parties distinctes et symétriques, séparées par un corps de logis servant d'habitation au *Radcliffe observer* et à son assistant, en même temps que de support au dôme destiné à abriter l'équatorial; à l'est était l'Observatoire astronomique, à l'ouest se trouvaient les salles d'observation destinées aux étudiants, le *Laboratoire astronomique* de l'Université.

Dès l'origine, l'Observatoire fut pourvu de deux quarts de cercle de 8 pieds de rayon, d'un secteur zénithal de 42 pieds, d'un instrument des passages de 8 pieds dont on se sert encore actuellement, et de plus, pour les observations extra-méridiennes, d'un équatorial établi sous le dôme central, ainsi que d'une lunette achromatique de Dollond. Quelques années plus tard, on y ajouta un télescope newtonien de sir William Herschel;

enfin, dans un pavillon à toit mobile, construit dans le jardin de l'Observatoire, était établi un secteur équatorial portant une lunette de 6 pieds de longueur focale. L'aile située à l'ouest, l'école astronomique, se composait de trois salles et renfermait un petit instrument des passages ainsi qu'un cercle mural. C'était certainement, à cette époque, l'Observatoire le mieux outillé du monde entier; les bâtiments et les instruments avaient coûté plus de 28 000 livres (700 000 francs).

Le docteur Hornsby s'occupa plutôt de son Cours d'Astronomie à l'Université que de l'Observatoire proprement dit; néanmoins, jusque dans les dernières années de sa vie, on fit à l'Observatoire de Radcliffe une série régulière d'observations méridiennes. Hornsby mourut à Oxford le 11 avril 1810.

Le successeur du docteur Hornsby fut le docteur Robertson (1810), qui était aussi professeur d'Astronomie pratique à l'Université; à l'époque de sa nomination, il était déjà connu par des travaux mathématiques et par des travaux astronomiques remarquables, parmi lesquels nous ne citerons que son beau Mémoire sur la précession des équinoxes (1807). Il adopta le programme qu'avait suivi le docteur Hornsby; mais, à partir de 1816, il déposa chaque année à la Société royale de Londres la copie des observations de l'année précédente; celles de 1816 à 1821 ont été imprimées dans le *Edinburgh philosophical Journal*. Pendant son séjour à l'Observatoire, il publia, en outre, un grand nombre de Mémoires d'Astronomie mathématique, dont les plus remarquables sont : celui dans lequel il donne une méthode directe et expéditive pour déduire l'excentricité de l'orbite d'une planète de la

connaissance de son anomalie moyenne, et celui où il démontre d'une façon rigoureuse les formules, données quelques années auparavant par Maskelyne, pour obtenir la longitude et la latitude d'un astre à l'aide de son ascension droite et de sa déclinaison.

Le docteur Robertson mourut en 1827; il fut remplacé par Rigaud, qui, depuis la mort d'Hornsby (1810), était *Savillian professor* de Géométrie et lecteur de Philosophie expérimentale à l'Université d'Oxford.

Rigaud, né en l'année 1774, appartenait à une famille française que la révocation de l'édit de Nantes avait chassée de son pays. Son grand-père maternel et son père remplirent successivement les fonctions d'*Observer to the King* à Kew, fonctions qui lui furent aussi attribuées pendant quelque temps.

La nature de son esprit le portait principalement vers l'histoire de l'Astronomie, sujet sur lequel il avait acquis une vaste érudition. Dans cet ordre d'idées, il publia, en 1831, *The miscellaneous works and correspondance of the rev. James Bradley*, ouvrage qui contient quelques Mémoires inédits de Bradley et ses observations originales sur la détermination des constantes de l'aberration et de la nutation, observations qui jusqu'alors étaient restées enfouies dans les papiers d'Hornsby. Plus tard, en 1835, il fit paraître un petit traité intitulé : *Astronomiæ cometicæ synopsis of Halley*, et, en 1838, l'ouvrage *An historical essay on the first publication of sir Isaac Newton's « Principia »*. Rigaud est, en outre, l'auteur d'un certain nombre de Mémoires lus devant la Société royale astronomique et dont le plus remarquable est un travail sur les *instruments principaux de l'Observatoire de Green-*

wich au temps de Halley. (*Mémoires de la Société royale astronomique,* t. IX, 1836.)

D'ailleurs, pendant son séjour à l'Observatoire de Radcliffe, Rigaud continua la série des observations méridiennes commencées par ses deux prédécesseurs; ajoutons qu'en 1833 il fit remplacer la petite lunette méridienne de Bird, qui servait aux étudiants, par un cercle méridien de Jones, dont l'objectif avait 6 pieds de foyer et 4 pouces d'ouverture.

Rigaud mourut en 1839, et fut remplacé par Manuel John Johnson; à cette même époque, les charges de *Savillian professor* et de *Radcliffe observer* furent séparées, et ce dernier put se consacrer exclusivement aux travaux d'Astronomie pure. Cette transformation ouvrit pour l'Observatoire de Radcliffe une ère nouvelle; il produisit désormais des travaux astronomiques d'une importance capitale.

Johnson, né en mai 1805, fit son éducation à l'école d'Addiscomb, pour entrer ensuite au service de la Compagnie des Indes orientales; et c'est à ce titre qu'il fut, en 1821, envoyé à l'île de Sainte-Hélène comme aide de camp du général Walker, gouverneur de cette colonie; cet officier supérieur, fort épris des choses de l'Astronomie, lui fit partager ses goûts. Dans deux voyages qu'il fit au cap de Bonne-Espérance, Johnson s'exerça, sous la direction de l'illustre astronome Fallows, à la pratique des instruments et des méthodes d'observation. En 1830, la Compagnie des Indes orientales, qui construisait un Observatoire dans chacune de ses possessions, le mit à la tête de celui qu'elle venait d'ériger à Sainte-Hélène; il y resta deux ans et y recueillit les matériaux d'un Catalogue

de 606 étoiles du ciel austral (*Catalogue of* 606 *principal fixed stars in the southern hemisphere*), Catalogue qui lui valut (1835) la médaille d'or de la Société royale astronomique.

Lors de la remise de l'île Sainte-Hélène au gouvernement du roi (1832), il revint en Angleterre avec une pension de retraite et entra comme étudiant à l'Université d'Oxford (1833), pour y prendre ses grades; puis, le poste du *Radcliffe observer* étant devenu vacant par la mort de Rigaud, Johnson le demanda aux régents (*Trustees*) de l'Observatoire et l'obtint (1839). Il s'établit à l'Observatoire au mois d'octobre de la même année.

Le directeur n'avait alors qu'un seul assistant; d'un autre côté, les instruments dont il disposait étaient trop peu puissants pour lui permettre l'observation des astres faibles; aussi Johnson dut se limiter aux étoiles dont la grandeur n'était pas inférieure à la huitième, et, comme les étoiles équatoriales étaient régulièrement observées à Greenwich, il se consacra à la révision et au complément du Catalogue de Groombridge, comprenant les étoiles distantes du pôle de moins de 50 degrés.

Le Catalogue de Groombridge avait été fait par cet astronome, dans sa maison de Blackneath, au lieu dit *Elliot-Place*, avec un instrument des passages de Troughton, dont le cercle divisé avait 4 pieds de diamètre. La révision de ce Catalogue occupa Johnson presque jusqu'à la fin de sa vie, et le Catalogue définitif (*The Radcliffe Catalogue of* 6317 *stars, chiefly circumpolar, formed from the observations made at the Radcliffe Observatory under the superintendance of Manuel John Johnson*).

auquel cet astronome a été conduit doit être considéré comme un des travaux astronomiques les plus importants du second tiers de notre siècle : il contient plus de 6000 étoiles ; les observations avaient été faites avec un nouvel instrument méridien, plus stable que l'ancien, mais dont l'objectif était le même, et qui fut construit par Simms en 1843.

Un peu plus tard, Johnson commanda à Repsold, de Hambourg, un héliomètre qui fut installé au mois d'octobre 1849 ; l'objectif (dû à Merz) a 10 ½ pieds de distance focale et 7 ½ pouces d'ouverture.

Les observations méridiennes donnant les positions absolues de la plus brillante des étoiles d'un système multiple, l'héliomètre servit à obtenir les positions relatives de ses composantes.

En 1851, Johnson obtint des administrateurs les fonds nécessaires à la création d'une seconde place d'assistant ; il instroduisit alors à l'Observatoire M. Pogson, qui s'était fait remarquer par de beaux travaux à l'Observatoire de M. Bishop. Ce renfort permit au *Radcliffe observer* d'étendre beaucoup ses travaux ; à la révision du Catalogue de Groombrigde, on ajouta celle du Catalogue de Piazzi, de Palerme, en s'attachant surtout aux étoiles que certains caractères particuliers, comme la couleur, la variabilité, le mouvement propre, le voisinage du pôle (6 degrés) signalaient à l'attention des astronomes ; on forma ainsi un Catalogue de 1481 étoiles. De plus, M. Johnson faisait mesurer avec soin les diamètres de Mars et de Jupiter, reprendre l'observation, faite autrefois par Bessel à Königsberg, de la belle constellation des Pléiades, dont les étoiles servent à l'étude de certains organes des

instruments astronomiques (1), et déterminer les valeurs des parallaxes d'un grand nombre d'étoiles, 61 du Cygne, 1830 Groombrigde, α de la Lyre, Castor, Arcturus,...

En 1858, à l'exemple de ce qui s'était passé à Greenwich, il substitua, dans les observations du temps, la méthode d'enregistrement électrique à la méthode Bradley, dite *de l'œil et de l'oreille.*

En outre, M. Pogson, qui disposait chez lui d'une petite lunette équatoriale, faisait, en même temps, dans sa résidence particulière, un grand nombre d'observations de petites planètes, et était assez heureux pour en découvrir trois (Isis, 23 mai 1856, Ariadne, 15 avril 1857; et Hestia, 18 août 1857).

Enfin, en 1854, Johnson installa à l'Observatoire de Radcliffe un système complet d'appareils météorologiques enregistreurs, tels que thermographe, barographe, électroscope atmosphérique....

Johnson mourut subitement le 28 février 1859. Les administrateurs de l'Observatoire choisirent pour lui succéder M. Robert Main, alors premier assistant de l'Observatoire de Greenwich, qui fut nommé en juin 1860.

M. Main s'était, dès cette époque, fait remarquer par un grand nombre de travaux astronomiques, qui tous montraient un observateur exact et un calculateur habile. Il avait discuté et comparé les observations de Greenwich et en avait déduit un grand nombre de résultats théoriques importants. En 1837 et 1838, il avait publié un Mémoire

(1) La connaissance exacte des déclinaisons de quelques étoiles des Pléiades est utilisée pour la mesure du pas des vis micrométriques.



sur les éléments de la planète Vénus; en 1840, il avait résumé, dans un beau travail, l'état actuel de nos connaissances sur les parallaxes des étoiles. En 1849, il publiait les valeurs des mouvements propres de 1170 étoiles, qu'il avait déduites de la comparaison du Catalogue de douze ans (*Twelwe years Catalogue*) avec les observations de Bradley; plus tard, en 1850, il étudie le mouvement de translation du système solaire, en 1856 les valeurs des constantes de l'aberration et de la nutation, et en 1859 l'accélération du moyen mouvement de la Lune.

A l'Observatoire de Radcliffe, M. Main suivit la même marche que Johnson : il continua les observations méridiennes et celle des étoiles doubles avec l'héliomètre; d'ailleurs il s'occupa aussi des planètes principales, et en 1862, par exemple, il fit une série d'observations micrométriques de Mars en vue de déterminer l'ellipticité de son disque ; il trouva ainsi pour la valeur du diamètre équatorial 9″,377 et pour l'ellipticité du sphéroïde $\frac{1}{37,50}$.

M. Main est encore aujourd'hui directeur de l'Observatoire de Radcliffe et en publie régulièrement les observations; celles de 1854 à 1861 viennent de lui fournir les éléments d'un Catalogue de 2386 étoiles, intitulé : *The second Radcliffe Catalogue of stars.*

Les observations faites de 1862 à 1871 fourniront les éléments d'un troisième Catalogue qui sera terminé au commencement de l'année 1874.

II.

OBSERVATOIRE DE LA TRINITÉ (CAMBRIDGE).

L'Observatoire actuel de Cambridge a été fondé en 1820, par le sénat de l'Université, pour remplacer un ancien Observatoire situé au-dessus de la porte d'entrée du collége de la Trinité : celui-ci avait été construit autrefois grâce aux efforts du docteur Bentley; mais sa situation était si défectueuse, qu'il fut négligé du vivant même de son fondateur.

La direction du nouvel Observatoire fut attribuée au *Plumian professor* (1). La construction, commencée en 1820, se trouva achevée vers 1823; elle avait coûté près de 20 000 livres (500 000 francs).

Le titulaire de la chaire du docteur Plume était alors le docteur Woodhouse. Né le 28 avril 1773, à Norwich, il avait publié une série d'ouvrages remarquables, parmi lesquels nous citerons un *Traité de Calcul analytique* (1803), un *Traité de Trigonométrie plane et sphérique* (1809), et un *Traité élémentaire d'Astronomie plane* (1821). En 1820, il avait été nommé *Lucasian professor* à l'Univer-

---

(1) L'Université de Cambridge possède deux chaires d'Astronomie : la première fondée le 2 septembre 1704, par le docteur Thomas Plume, archidiacre de Rochester, et où l'on fait, en même temps que des cours d'Astronomie, des cours publics ou privés sur l'Optique, la Mécanique, la Statique et la Philosophie expérimentale en général; la seconde fondée le 6 mai 1748 par Thomas Lownds, et dans laquelle on fait à la fois un cours d'Astronomie et un cours de Géométrie

sité de Cambridge, et conserva cette chaire jusqu'en 1822, époque où il devint *Plumian professor*.

Quelques années après, en 1824, Woodhouse installa à l'Observatoire une lunette méridienne de Dollond, d'une distance focale de 10 pieds, dont l'objectif avait une ouverture de 5 pouces et qui coûta 600 livres (15000 francs); mais il ne fit point de séries régulières et continues d'observations; d'ailleurs il resta fort peu de temps directeur de l'Observatoire et mourut le 13 décembre 1827.

On choisit, pour lui succéder, M. Airy. Né à Alnwick, dans le Northumberland, le 27 juillet 1801, ce savant, qui est actuellement l'un des premiers astronomes du monde entier, était déjà connu par des travaux de Mécanique céleste (1) et de haute Optique. Il avait donné une théorie remarquable du pendule et de son application aux horloges, avait étudié à fond les instruments d'Astronomie et indiqué les moyens de les perfectionner.

Dès son arrivée à l'Observatoire de Cambridge (15 avril 1827), M. Airy, qui n'avait alors aucun assistant et ne possédait qu'un seul instrument, la lunette méridienne de Dollond, dont nous venons de parler, se mit à observer les planètes et quelques étoiles fondamentales. En même temps, il faisait de grands efforts pour améliorer la situation de l'Observatoire. Il y réussit : ainsi, en mars 1829, il obtenait un aide, et en mai 1832 il installait un équatorial de Thomas Johnes, dont la lunette avait 5 pieds de distance focale, 3 pouces d'ouverture et qui avait coûté 750 livres (18 750 francs); puis, plus tard, en octobre

(1) *Voir*, chapitre Ier, *Histoire de l'Observatoire de Greenwich*, p. 39.



1832, il obtenait un cercle mural de Troughton de 8 pieds de distance focale, avec 4 pouces d'ouverture, dont le prix était de 1050 livres (26 250 francs). On put désormais observer les deux coordonnées des différents astres. Le 6 janvier 1833, un second aide, M. Glaisher, arriva à l'Observatoire; on observa dès lors, outre les planètes et les étoiles *fondamentales*, les occultations d'étoiles par la Lune et les éclipses de satellites de Jupiter. Les observations, faites de 1828 à 1835, conduisirent M. Airy à la formation d'un Catalogue de 726 étoiles (*Catalogue of 726 stars, deduced from the observations made at the Cambridge Observatory*, 1828-1835) qui fut publié, en 1839, dans le tome XI des *Mémoires de la Société royale astronomique de Londres*.

Lors de la nomination de M. Airy, le traitement de *Plumian professor* fut élevé de 300 (7500) à 500 livres (12 500 francs); celui-ci avait, en outre, le logement, les avantages qui en découlent, et recevait aussi des élèves du cours d'Astronomie pratique des *minervales* dont le total était en moyenne de 25 livres (625 francs).

En 1835, M. Airy fut appelé par les lords de l'Amirauté au poste d'astronome royal. Son successeur comme *Plumian professor* et *Cambridge observer* fut le révérend James Challis, maître ès arts de l'Université, *fellow* du collége de la Trinité et titulaire de la chaire de Lownds. Il prit possession de l'Observatoire le 2 février 1836.

James Challis, né le 12 décembre 1803, à Brantree (comté d'Essex), s'était surtout occupé, à l'exemple de M. Airy, de travaux de haute Optique, base indispensable des connaissances à acquérir pour tout savant qui veut devenir un astronome véritable; car eux seuls per-

mettent de perfectionner d'une façon réelle les instruments d'Astronomie en combinant les procédés de construction avec l'accroissement de leur puissance optique. Ainsi, après un Mémoire sur l'extension de la loi de Bode aux distances des satellites à leur planète principale (1828), il cherche à expliquer, par la théorie des ondes, les différents phénomènes que présente la réfraction des rayons lumineux à travers un prisme (1830), la réflexion sur les surfaces polies (1832), les couleurs du spectre (1836), l'aberration de la lumière (1845). De plus, dès 1828, il aidait M. Airy dans ses observations astronomiques.

Sous la direction de Challis, on observa, à l'Observatoire de Cambridge, le Soleil, la Lune et les planètes, ainsi qu'un grand nombre d'étoiles doubles, dont les positions angulaires étaient déterminées au moyen du grand équatorial que le duc de Northumberland avait donné à l'Université en 1838 (l'objectif de cet équatorial a 20 pieds de distance focale et 1 pied d'ouverture). Les difficultés que Challis éprouvait pour tenir au courant la réduction et la publication des observations lui firent plus tard limiter son plan primitif. En 1848, les observations méridiennes furent bornées aux planètes nouvelles, à la Lune et à ses étoiles. A l'équatorial, on observait les étoiles doubles, les comètes, les occultations d'étoiles et l'on déterminait les diamètres des planètes. En 1849, Challis commença l'observation d'un Catalogue d'étoiles zodiacales (— 5° à + 5° de latitude), et, à partir de 1853, l'observation des planètes télescopiques fut suspendue. En 1860, l'arriéré des observations non réduites était tel, que Challis obtint du sénat de l'Université l'adjonction de deux aides calculateurs, dont les appoin-

tements furent payés sur le legs de 10 000 livres (250 000 francs) fait par M. Sheepshanks à l'Université de Cambridge.

Malgré ce secours, M. Challis donna, la même année, sa démission de *Cambridge observer,* désirant se consacrer tout entier à la réduction de ses observations et à l'exécution des travaux théoriques auxquels elles devaient servir de base. Sa démission fut acceptée et le sénat de l'Université désigna, pour lui succéder, John Couch Adams, maître ès arts et *Lowndean professor* à l'Université.

Adams, né le 5 juin 1819, à Lancastre (Cornouailles), s'était fait remarquer par un grand nombre de travaux astronomiques. En 1843, il avait calculé les éléments de la comète découverte par M. Faye. En 1847, il publiait un grand travail destiné à expliquer les irrégularités observées dans le mouvement d'Uranus, par l'hypothèse d'une planète troublante plus éloignée, travail où il déterminait la masse de cette planète inconnue, les éléments de son orbite et la position de l'astre perturbateur. On sait qu'à la même époque M. Le Verrier cherchait la solution du même problème. Le travail de ce dernier devança de quelques semaines celui de l'astronome anglais; à M. Le Verrier seul revint donc l'honneur de la découverte de cette nouvelle planète, qui fut d'abord appelée planète Le Verrier et plus tard Neptune.

En 1847, M. Adams publia les éléments rectifiés de la planète Neptune, et jusqu'en 1860 il fit, avec M. James Challis, une série continue d'observations méridiennes destinées à en contrôler et à en vérifier les éphémérides. En 1849, il donne une application élégante des mé-

thodes graphiques à la solution de certains problèmes astronomiques, et en particulier à la détermination des perturbations des planètes et des comètes. En 1853, il publie un beau Mémoire sur la variation séculaire du moyen mouvement de la Lune, travail qu'il acheva en 1860 à l'aide d'un théorème de M. James Challis sur l'orbite de cet astre, et qui lui permit de donner de nouvelles tables de la parallaxe lunaire destinée à remplacer celles de Burckhart.

Dès son arrivée à l'Observatoire, M. Adams limita les observations à une classe définie, suffisante pour occuper le personnel peu nombreux dont il disposait, et telle qu'avec ses faibles ressources il pût les réduire et en discuter les résultats. Mettant au second plan les observations équatoriales, il donna presque toute son attention aux observations méridiennes des planètes principales. En 1867, il fit l'acquisition d'un instrument universel; et, en 1868, il fit remplacer l'instrument des passages par un nouveau cercle méridien de Simms, dont les deux cercles divisés avaient 3 pieds de diamètre et la lunette 8 pouces d'ouverture avec 9 pieds de foyer, instrument qui fut acheté et installé au moyen d'une donation faite par Miss Scheepshanks à l'Université pour l'Observatoire.

Peu après (1870), M. Adams, ayant réussi à faire augmenter un peu le personnel de l'Observatoire, résolut de consacrer ce cercle méridien à l'observation des petites étoiles, jusqu'à la 10e grandeur, comprises entre la zone céleste limitée par les parallèles de 25 degrés et 30 degrés de déclinaison nord. C'est la continuation de *zones de Markree*, et M. Adams emploie, d'ailleurs, la même méthode d'observation que M. J. Edward Cooper, méthode

qui consiste à laisser l'instrument fixe et à saisir tous les astres qui passent pendant la soirée dans son champ. La Société astronomique allemande, *Die astronomische Gesellschaft*, venait, du reste, d'indiquer aux astronomes d'outre-Rhin une série de travaux analogues, en leur recommandant la réobservation des étoiles contenues dans la *Durchmusterung des nordlichen Himmels* d'Argelander.

La construction complète de la zone de 25 degrés à 30 degrés est encore aujourd'hui l'occupation importante de M. Adams et de son assistant M. Graham, autrefois premier assistant de l'Observatoire de Markree : plus de 4500 étoiles ont déjà été observées et réduites (les zones écliptiques de Markree en renferment 60155).

Ajoutons que l'Observatoire de Cambridge vient d'être tout récemment (1873) choisi comme station du *Meteorological Office* de la Société royale, et qu'il lui envoie chaque jour par le télégraphe le résultat de ses observations météorologiques.

III.

OBSERVATOIRE DE DURHAM.

Durham est une petite ville de 14000 habitants, située à 418 kilomètres nord de Londres, très-ancienne, et dont l'Université, autrefois très-florissante, est un peu déchue aujourd'hui de son ancienne splendeur.

En 1840, le Révérend Temple Chevallier, professeur de Mathématiques et d'Astronomie à l'Université, provoqua une souscription publique parmi les habitants les plus in-

fluents de Durham, dans le but de doter cette ville d'un Observatoire astronomique. L'Université se chargeait d'y entretenir un observateur, et, en compensation, bâtiments et instruments devenaient sa propriété.

Grâce à l'activité du professeur Chevallier, l'œuvre qu'il avait entreprise fut rapidement menée à bonne fin, et l'Observatoire de Durham fut en état de servir dès le commencement de 1842.

Cet établissement fut placé sous la surveillance d'un bureau de curateurs (*curators*), présidé par le recteur de l'Université; il fut d'ailleurs considéré comme une dépendance de la chaire d'Astronomie et de Mathématiques, dont le titulaire en fut le *superintendant :* c'est lui qui, avec l'agrément des curateurs et l'approbation du corps universitaire, reçut le droit de nommer l'observateur de l'Université (*the observer in the University*), astronome véritable de l'Observatoire de Durham. Cette organisation est certainement un peu compliquée, et la situation subalterne faite à l'observateur a été, comme on le verra, une cause d'interruption fréquente dans les travaux de cet établissement.

Quoi qu'il en soit, l'Observatoire de Durham fut, dès l'origine, assez richement outillé. On acheta pour lui, au prix de 500 livres (12 500 francs), les instruments du docteur Hussey, instruments qui lui avaient servi pour la confection d'une des célèbres cartes célestes dites *de Berlin ;* ils comprenaient : un réfracteur, dû à Utzschneider et Fraunhofer de Munich, monté équatorialement, dont la lunette avait 8 pieds 3 pouces de foyer; un télescope de Grégory de 9 pouces d'ouverture; un petit cercle méridien de 4 pieds 2 pouces de foyer, qui, par sa construc-

tion même, ne pouvait guère servir qu'à l'observation des passages, et dont les faibles dimensions réduisaient l'emploi à la détermination du temps vrai; une excellente pendule de Hardy et quelques autres petits instruments.

Le premier astronome de Durham fut M. Brown, étudiant de l'Université; il n'y resta que fort peu de temps et ne paraît avoir fait autre chose que de présider à l'installation des instruments. A. Beanlands, étudiant, et plus tard membre de l'Université et ingénieur des Mines, lui succéda. De 1842 à la fin de 1845, il fit de nombreuses observations d'un caractère général, qu'il a malheureusement laissées non réduites et qui sont encore dans cet état.

Avec son successeur (janvier 1846), le Révérend Robert Anchor Thompson, commence l'une des périodes les plus brillantes de l'Observatoire de Durham; observateur infatigable et calculateur habile, il fit de concert avec le professeur Chevallier, de nombreuses observations du Soleil, de la Lune, des planètes et des éclipses des satellites de Jupiter, ainsi que des déterminations fort exactes des diamètres de Vénus et de Saturne, qui ont été publiées sous sa direction, avec le titre : *Results of astronomical observations made at the Observatory of University, Durham; by the Reverend* R. A. Thompson.

Concurremment avec ces travaux, on faisait aussi, à l'Observatoire de Durham, des observations continues et régulières des taches solaires, d'après une méthode fort originale due au professeur Chevallier, et qui, adoptée plus tard par M. Carrington, a conduit cet astronome à de si beaux et si curieux résultats; malheureusement ces observations, les premières de ce genre qui aient été

faites en Angleterre et peut-être dans le monde entier, n'ont été ni réduites ni publiées.

M. R.-C. Carrington, qui remplaça Thompson en octobre 1849, suivit d'abord la même voie que son prédécesseur; mais bientôt les découvertes de petites planètes, qui devinrent alors très-fréquentes, offrirent un champ nouveau à son activité, champ qu'il résolut sans hésitation d'explorer, convaincu que tels étaient les travaux où les instruments dont il disposait seraient le mieux utilisés. Il fit alors, soit avec l'équatorial de Fraunhofer, soit avec celui de Ross, que le duc de Northumberland venait de donner à l'Observatoire (1851; cet instrument a 5 pouces d'ouverture), une série excessivement précieuse d'observations extra-méridiennes de planètes et de comètes au moment de leur découverte, qui ont été publiées par ses soins sous le titre : *Results of astronomical observations made at the Observatory of University, Durham; by* R.-C. Carrington.

En 1851, il alla en Suède observer l'éclipse de Soleil qui eut lieu cette année (juillet 1851); à son retour, il quitta l'Observatoire de Durham pour se livrer, dans un Observatoire qu'il fit construire à ses frais, à une étude plus indépendante des phénomènes astronomiques. Ajoutons, d'ailleurs, que, pendant son séjour à Durham, M. Carrington avait déterminé par la méthode chronométrique la longitude de cette station.

Le cinquième observateur de l'Université fut M. William Ellis, qui occupa cette place fort peu de temps (avril 1852 à mai 1853).

Il poursuivit énergiquement les travaux entrepris par son prédécesseur; de plus, profitant des améliorations in-

troduites depuis peu (1851) au cercle méridien, il détermina la latitude de l'Observatoire au moyen d'observations d'étoiles faites directement et par réflexion.

M. Ellis, ayant été nommé assistant à l'Observatoire de Greenwich, fut remplacé par M. George Rümker, si connu par ses calculs d'orbites.

M. Rümker, arrivé à Durham en juin 1853, suivit le même plan de travail que son prédécesseur, mais avec moins de régularité; ses observations, ainsi que celles de M. Ellis, sont publiées çà et là dans les recueils astronomiques, mais n'ont point été réunies.

Avec M. A. Marth, qui prit les fonctions d'observateur de l'Université en juillet 1855, le nombre des observations diminua encore; cet astronome s'occupa surtout de travaux d'Astronomie théorique, ne faisant guère d'observations en dehors de celles relatives à la routine d'un Observatoire. Cependant M. Marth fit à Durham un séjour relativement assez long, car il ne quitta cet établissement qu'en janvier 1863; et, de plus, l'équatorial de Fraunhofer avait été, vers 1855, considérablement amélioré : M. Cooke (d'York) en avait alors modifié la monture, l'avait muni d'un mouvement d'horlogerie et en avait changé les micromètres. Pourvu dès lors de micromètres à fils, de micromètres circulaires, de micromètres à double image d'Airy, cet instrument, quoique un peu petit pour les exigences de la Science moderne, était néanmoins dans d'excellentes conditions de travail.

M. E.-G. Marshall, étudiant de l'Université, ne fit non plus (janvier 1863 à janvier 1865) rien au delà du travail routinier d'un Observatoire.

Avec son successeur, M. Dolman (1866), on revint à

l'observation des petites planètes (M. Dolman calcula aussi les orbites de plusieurs d'entre elles); mais, considérant que ces astres étaient observés d'une façon continue dans les grands Observatoires (Paris et Greenwich), les efforts que faisait l'Observatoire de Durham dans cette voie lui parurent peu fructueux, et il crut mieux utiliser les ressources de l'établissement en les consacrant à la Spectroscopie stellaire et planétaire. Il fit, en conséquence, adapter à l'équatorial de Fraunhofer un spectroscope stellaire de Browning; mais la mort vint le surprendre peu après (1867), et il ne se servit pas de ce bel appareil.

M. J.-J. Plummer, assistant à l'Observatoire de Glasgow, fut alors nommé *Observer in the University* (novembre 1867). Avec lui l'Observatoire de Durham reprit son ancienne activité, et l'équatorial de Fraunhofer servit à l'observation régulière et suivie des petites planètes et des comètes nouvellement découvertes, ainsi qu'à l'étude spectroscopique de ces dernières.

En 1871, le Rév. professeur Chevallier, après avoir exercé la superintendance (*the Directorship*) de l'Observatoire pendant plus de trente ans, résigna ses fonctions, que son état de santé et son âge avancé (il avait alors 77 ans) ne lui permettaient plus de remplir.

Son successeur n'est pas encore nommé, et tout nous porte à croire que l'Université de Durham profitera de cette occasion pour modifier l'organisation vicieuse de son Observatoire et donner à l'Observateur de l'Université une situation convenable qui lui permette d'en remplir les fonctions pendant un temps assez long. Depuis, M. Plümmer, convaincu que l'équatorial de Fraunhofer n'était pas assez puissant pour l'observation régulière des petites

planètes, a complétement changé son plan de travail; les phénomènes accidentels, les mesures micrométriques des diamètres des planètes et les recherches d'Astronomie physique sont maintenant son occupation importante.

Nous ajouterons que, depuis 1849, l'Observatoire de Durham poursuit une série régulière d'observations météorologiques, dont le résumé est publié chaque année.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRES APPARTENANT AUX SOCIÉTÉS SAVANTES OU AUX MUNICIPALITÉS.

I.

OBSERVATOIRE DE KEW.

L'Observatoire de Kew dépend à la fois de l'*Association britannique pour l'avancement des Sciences* et de la *Société royale de Londres;* c'est l'Observatoire météorologique central d'Angleterre. Établi dans les bâtiments de l'ancien Observatoire du parc de Richmond à Kew, il fut, en 1842, mis par la reine à la disposition de l'Association britannique. Tous les livres, manuscrits et appareils appartenant à l'Association devaient y être déposés, on devait y essayer les instruments destinés aux observations météorologiques que le comité de l'Association faisait faire dans tout le Royaume-Uni; les instruments enregistreurs nouveaux, soit météorologiques, soit magnétiques, devaient y être l'objet d'un examen approfondi, et l'on devait y étudier le meilleur mode d'organisation

des observatoires météorologiques. L'Observatoire de Kew devait être enfin le plus important, le type de tous les observatoires météorologiques d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande. Ce programme a été scrupuleusement suivi, et, à ce point de vue, l'Observatoire de Kew est le modèle de toute l'Europe (1).

Mais, outre ces travaux météorologiques, l'Observatoire de Kew se rattache à l'Astronomie proprement dite, par la part importante qu'il a prise à l'application de la photographie, à l'étude des phénomènes célestes.

L'idée première de cette application paraît être une idée française; en 1845, M. Fizeau et Foucault présentaient à l'Académie des Sciences des photographies du Soleil, sur lesquelles les taches étaient nettement visibles, avec la même apparence qu'elles offrent à l'œil (*fig.* 7). A la même époque, de Vico cherchait sans succès à daguerréotyper la nébuleuse d'Orion, tandis qu'à l'Observatoire du docteur Lee, à Hartwell, et dans son Observatoire du vicariat de Stone, le révérend J.-B. Reade prenait des dessins de α Lyre, et que MM. Bond et Whipple, à l'Observatoire de Cambrigde (U. S.), obtenaient des images de α Lyre, de Castor et de la Lune. En France, M. Faye reprenait l'idée de M. Fizeau et Foucault, et, sans se

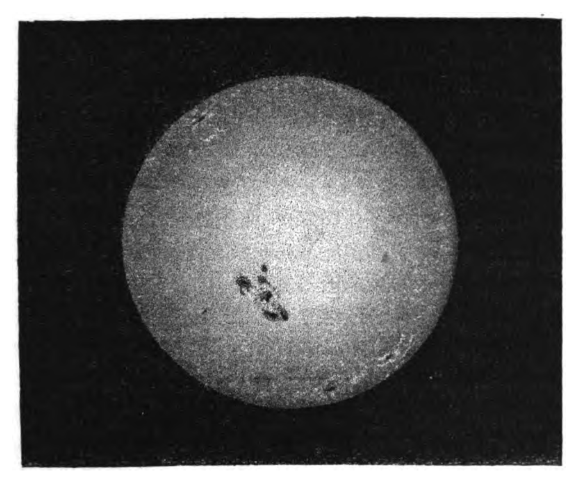
(1) Le Royaume-Uni est divisé en un certain nombre de provinces météorologiques, ayant un chef-lieu, station principale, et un certain nombre de stations secondaires.

Toutes les stations provinciales envoient le résultat de leurs observations au chef-lieu, où se fait un premier travail de classement et de discussion. Après quoi les résumés des chefs-lieux sont transmis à l'Observatoire de Kew où se fait la discussion générale.



mettre lui-même à l'œuvre, cherchait quelles étaient les conditions théoriques du succès.


Fig. 7.



Photographie du Soleil.

Enfin, à la réunion de l'Association britannique à Ipswich, juillet 1851, on exposait une image daguerréotypée de la Lune, obtenue par Bond avec le grand réfracteur de l'Observatoire de Cambridge (U. S.).

La vue de ce résultat décida M. Warren de la Rue à se lancer dans la même voie, et, dès le mois de septembre 1853, le professeur Philipps montrait aux membres de l'Association britannique de beaux dessins de la Lune obtenus par M. Warren de la Rue, non plus par daguerréotypie, mais par les procédés photographiques de Talbot. D'ailleurs cette méthode offrait de grandes diffi-

cultés d'exécution. Le temps de pose était fort considérable, et il fallait suivre à la main le mouvement de la Lune pendant tout cet intervalle.

Après quelques années d'essais et de tâtonnements, M. Warren de la Rue réussit enfin, en 1857, à simplifier considérablement son procédé.

Il se servait alors d'un télescope de Newton, de 10 pieds ($3^m,04$) de distance focale et de 13 pouces ($0^m,33$) d'ouverture, mû par un mouvement d'horlogerie; quant au temps de pose, il était considérablement réduit : neuf à dix secondes suffisaient pour la Lune, douze secondes pour Jupiter, une minute pour Saturne et deux à trois minutes pour les belles étoiles.

En même temps, M. Warren de la Rue proposait au Conseil de la Société astronomique de mettre à exécution le projet formé par sir John Herschel, en 1854, et de prendre chaque jour, dans l'un des nombreux Observatoires d'Angleterre, des photographies du Soleil; une pareille étude ne pouvait manquer de donner sur le mode de formation, la durée et le mouvement des taches solaires des notions bien autrement précises que les dessins faits par le conseiller Schwabe, de Dessau, et les observations d'ailleurs fort remarquables de Rudolphe Wolf, de Zurich.

La proposition de M. Warren de la Rue ayant été adoptée, son nouvel instrument, le *Photohéliographe*, fut installé, aux frais de la Société royale, sous le dôme de l'Observatoire de Kew.

C'est un équatorial muni d'un mouvement d'horlogerie dont l'objectif est achromatisé pour les rayons chimiques. Il a $1^m,50$ de foyer, et donne par conséquent

des images du Soleil de 15 millimètres de diamètre. On les agrandit par un système oculaire convenable (*fig.* 8) jusqu'à leur donner 30 centimètres, et la nouvelle image ainsi obtenue vient se peindre sur une plaque collodionnée et sensibilisée, placée dans une chambre noire portée à l'extrémité du système oculaire. C'est avec cet instrument et sous la direction de MM. Warren de la Rue, Balfour Stewart et Benjamin Lœwy que, du mois d'août 1858 à la fin de mars 1872, ont été faites ces séries si remarquables d'observations du Soleil, célèbres dans le monde entier et qui ont donné les résultats suivants :

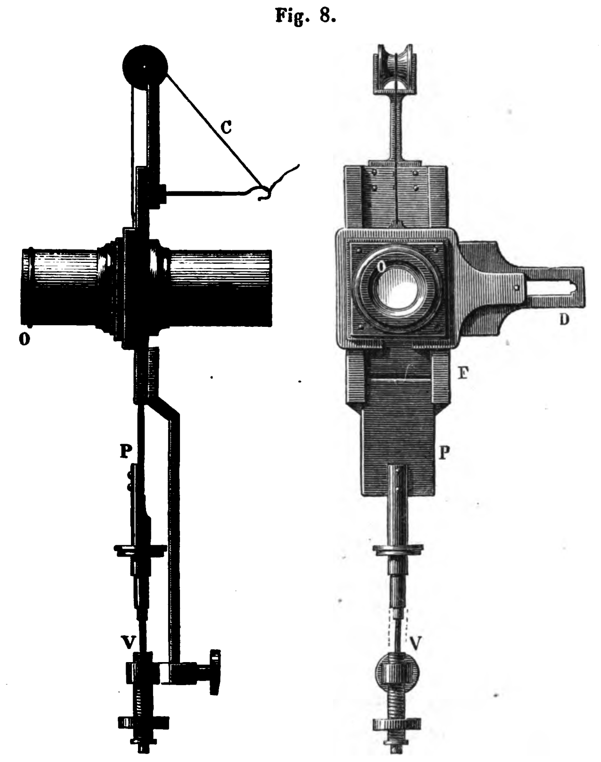
En 1862.....	163	jours d'observations,	227	images
1863.....	125	»	184	»
1864.....	164	»	249	»
1865.....	159	»	277	»
1866.....	157	»	262	»
1867.....	131	»	187	»
1868.....	174	»	285	»
1869.....	195	»	324	»
1870.....	220	»	381	»
1871.....	223	»	381	»
1872.....	10	»	21	»
	1721	jours d'observations,	2778	images.

Les réductions de ces observations, ainsi que de celles de Schwabe de Dessau, ont été faites aux frais de M. Warren de la Rue et sont, pour la plupart, publiées à l'heure actuelle.

Pendant cet intervalle, l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg et l'Observatoire de l'Infant Don Luiz commandaient à M. Dallmayer des instruments tout sem-

blables à celui de M. Warren de la Rue, et qui sont aujourd'hui installés à Vilna et à Lisbonne.

Fig. 8.



Oculaire d'un photohéliographe avec le mécanisme qui limite la durée d'exposition.

Vers le milieu de l'année 1872 se terminait la période décennale pendant laquelle M. Warren de la Rue s'était

engagé à faire les frais de ces observations. Le photohéliographe de Kew fut alors démonté et envoyé dans les ateliers de M. Dallmayer pour y être amélioré; au mois d'octobre 1873, il a été remonté à l'Observatoire de Greenwich.

Les observations du Soleil n'ont point été abandonnées pour cela à l'Observatoire de Kew; elles s'y font aujourd'hui par la méthode géométrique employée par Schwabe de Dessau.

II.

OBSERVATOIRE DE LIVERPOOL.

Liverpool, situé à 280 kilomètres nord-ouest de Londres et à 65 kilomètres sud de Lancastre, sur la Mersey, près de son embouchure dans la mer d'Irlande, est actuellement, après Londres, le port commercial le plus important de l'Angleterre et peut-être du monde entier. Sa fortune fut rapide : en 1700, cette ville n'avait que 5000 habitants; en 1800, sa population était portée à 75000 habitants, et aujourd'hui elle est de 250000 âmes, sans y comprendre la population flottante, toujours considérable dans une ville où le commerce et la navigation ont autant d'intérêts.

A l'époque où le commerce de Liverpool commença à prendre cet immense développement, l'administration de la cité sentit tout l'avantage que celle-ci retirerait de la création d'un Observatoire outillé de manière à étudier et régler les chronomètres des nombreux navires qui

apportaient dans le port de la Mersey et dans la ville tout entière la richesse et la vie ; aussi profita-t-elle de la session que l'*Association britannique pour l'avancement des Sciences* tint à Liverpool, en 1837, pour agiter et faire résoudre cette grave question.

Sur le rapport du Comité, nommé à cet effet par le Conseil de l'Association, l'astronome royal fut chargé par le Conseil municipal de préparer les plans du futur Observatoire et de diriger la construction des instruments qui lui étaient nécessaires. L'emplacement fut choisi par MM. Baily, Smyth, Dollond, Dawes et Lassell, et les architectes exécutèrent le plan de l'astronome royal, sous la surveillance de M. Hartnup, secrétaire de la Société royale astronomique, nommé Directeur de l'Observatoire en 1845.

La fonction importante et principale de l'Observatoire, celle pour laquelle il était créé, devant être l'étude des chronomètres, M. Airy l'avait composé d'une chambre pour les chronomètres, d'une salle méridienne, d'une salle équatoriale, d'une autre pour les calculs et d'un logement pour l'astronome.

Le *Chronometric Room* mérite une description spéciale. Un bon chronomètre doit avoir non-seulement une marche parfaitement régulière, avançant ou retardant en un jour d'une quantité constante, mais encore cette *marche* doit rester la même, quelles que soient les variations de la température. Dans ce but, le spiral réglant est formé d'une double lame métallique portant à ses extrémités des masses métalliques que la torsion plus ou moins grande de la lame doit éloigner ou rapprocher du centre d'oscillation de quantités convenables pour compenser

les dilatations de l'ensemble du balancier et des divers engrenages; le principe de cette construction est identique à celui de la construction des pendules à gril. On conçoit d'ailleurs que la faible dimension des pièces rend la compensation très-difficile à obtenir : on peut donc poser en principe que les chronomètres ne sont jamais exactement compensés et qu'il est nécessaire de déterminer par l'expérience leurs marches aux diverses températures auxquelles ils seront plus tard soumis pendant la traversée; aussi la chambre chronométrique, construite dans ce but spécial, n'est qu'une vaste étuve. Celle de l'Observatoire de Liverpool se trouve chauffée par un poêle à gaz muni d'un régulateur qui fonctionne avec assez de précision pour maintenir pendant longtemps la température constante à 1 ou 2 degrés près. Après avoir essayé dans cette chambre, à différentes températures, tous les chronomètres que lui envoie la marine, l'observateur les rend avec la Table de leurs *marches*.

La salle méridienne de l'Observatoire de Liverpool renferme un instrument des passages, de 5 pieds de distance focale et de 4 pouces d'ouverture, construit par Troughton et Simms, et une horloge de Molyneux.

Avec la chambre chronométrique et la lunette méridienne, le service principal de l'Observatoire de Liverpool était assuré; mais, d'après M. Airy, un pareil résultat, si utile qu'il fût, n'était pas suffisant : il était convenable que le Superintendent de l'Observatoire de Liverpool pût mettre à profit le temps qui lui resterait pour faire des observations astronomiques véritables. Dans ce but, il adjoignit à l'instrument des passages un équatorial de Merz, de 8 pouces d'ouverture et 12 pieds de distance

focale, mû par unebelle horloge à eau de Simms, et permettant à l'astronome de Liverpool de faire des observations extra-méridiennes.

L'Observatoire fut entièrement achevé en 1848; et, dès lors, outre le travail des chronomètres et celui de la salle méridienne, M. Hartnup observa à l'équatorial les petites planètes et les comètes nouvellement découvertes, déterminations d'un usage immédiat pour les astronomes; il se servait comme étoiles de comparaison des étoiles du *Twelve years Catalogue of the Observatory, Greenwich.*

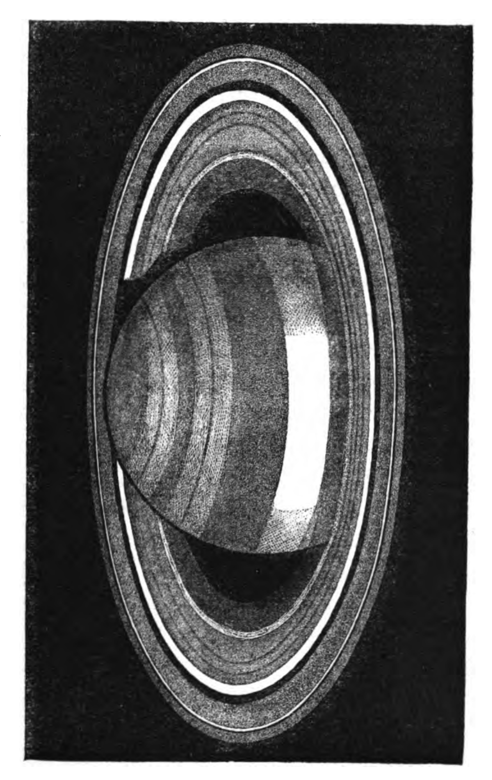
Une entreprise plus directement utile aux marins, et qui date de la même époque, est la détermination de la différence de longitude entre les côtes d'Angleterre et celles d'Amérique, et, en particulier, le port de Boston. Dans ce but, 175 chronomètres furent transportés plusieurs fois de Liverpool à Cambridge (États-Unis). Réglés à leur départ par M. Hartnup, ils étaient de nouveau comparés à leur arrivée par M. Bond.

Un peu plus tard, en 1850, M. Hartnup déterminait les positions de trente-huit étoiles doubles que M. Johnson désirait voir observées à Liverpool, afin de comparer les résultats obtenus à ceux que lui avait donnés l'héliomètre d'Oxford; il observait encore l'anneau noir intérieur de Saturne (*fig.* 9), découvert, le 15 novembre 1850, par M. Bond, à Cambridge. En même temps, M. Hartnup installait à l'Observatoire un service régulier d'observations météorologiques à l'aide d'instruments envoyés par le *Register general.* Plus tard, sans abandonner l'observation des petites planètes et des comètes découvertes dans l'année (en 1853, il observa pendant le jour la comète III, 1853, observation qui n'a été faite que par

lui et M. Julius Schmidt), il se lance vers l'Astronomie



Fig. 9.



Saturne et ses anneaux.

physique et installe à l'Observatoire un atelier de photographie astronomique, où il obtient un grand nombre

de dessins photographiques de la Lune qui lui méritèrent les compliments les plus chaleureux de la Société royale astronomique.

Peu à peu aussi le procédé de compensation des chronomètres, destiné à éviter les variations de leur marche avec les variations de la température, se perfectionna; et, en 1853, sur 100 chronomètres, 95 donnaient des résultats satisfaisants. En cette même année, M. Hartnup est nommé agent du *Board of trade* pour la remise des instruments météorologiques aux navires marchands partant de Liverpool (1)

Trois ans après, en 1856, un bill du Parlement transféra l'Observatoire de la *Corporation* aux « *Mersey docks and harbour board* », et le *Board of trade* donna à l'Observatoire de Liverpool la mission de comparer les baromètres et les thermomètres employés à bord des navires de la marine marchande. Ce fut pour l'Observatoire le commencement d'une ère nouvelle et la source d'améliorations considérables.

En 1859, on lui adjoint une bibliothèque, une nouvelle salle des calculs; enfin l'ancienne chambre des chronomètres, dont on ne maintenait que difficilement la température constante, est remplacée par une autre mieux

---

(1) Le service météorologique anglais fait exécuter de très-nombreuses observations à la mer, et, pour les rendre exactes, il confie à chaque capitaine au long cours qui en fait la demande des instruments construits et réglés par ses soins. En France, on a bien demandé des observations aux navires marchands, mais on ne leur a pas donné d'instruments, en sorte que les observations se sont en général montrées très-défectueuses.

agencée. Chacun des 100 chronomètres que peut étudier à la fois l'Observatoire est renfermé dans une cage à parois de verre, dont l'air est chauffé par un bec de gaz muni d'un régulateur, et la salle qui les contient tous est chauffée elle-même par un calorifère à eau; tout chronomètre est soumis successivement, pendant une semaine chaque fois, aux températures de 50, 65, 80, 65 et 50 degrés Fahrenheit.

Vers 1863, l'agrandissement croissant du commerce de Liverpool obligea la Compagnie des Docks à étendre considérablement ses magasins, et elle eut besoin du terrain sur lequel était construit l'Observatoire; M. Hartnup fut alors invité à choisir pour lui un nouvel emplacement, et, en 1867, l'Observatoire fut transféré du Waterloo Dock Pier Head à Bidston, Birken Head. Cette station, favorable pour les observations astronomiques et météorologiques, est située à 3 milles à l'ouest de l'ancienne et à 200 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Le premier soin de M. Hartnup fut de déterminer la position géographique du nouvel Observatoire par rapport à l'ancien; on se servit, pour déterminer la longitude, de 60 chronomètres, et, comme l'instrument des passages avait été réinstallé pour pouvoir servir soit dans le méridien, soit dans le premier vertical, on put, avec cinq passages de β Dragon, quatre de γ Dragon et un de α Cygne, obtenir la latitude de la nouvelle station.

La méthode d'étude des chronomètres fut aussi un peu modifiée, et l'on soumit chacun d'eux, pendant une semaine, aux températures successives de 55, 70, 85, 70 et 55 degrés Fahrenheit; d'ailleurs, les résultats obtenus sont plus satisfaisants encore que dans l'ancien Observa-

toire. D'un autre côté, au lieu de transmettre le temps au port au moyen d'un *time ball,* on emploie maintenant la détonation d'un canon, et aux anciens instruments météorologiques on a substitué des instruments enregistreurs, comme dans presque toutes les stations météorologiques anglaises.

CHAPITRE IV.

OBSERVATOIRES PRIVÉS.

I.

OBSERVATOIRE DU DOCTEUR LEE (HARTWELL).

L'Observatoire d'Hartwell a été fondé par un descendant d'une famille française, J. Fiott, plus connu des astronomes sous le nom de docteur Lee. Les Fiott, riches bourgeois de Dijon, s'étaient établis en Angleterre dès le milieu du siècle dernier; et c'est de l'un d'eux, John Fiott, marchand de Londres, que naquit, le 28 avril 1783, le savant créateur de l'Observatoire d'Hartwell.

Après avoir fait de brillantes études à Saint-John's College (Cambridge), le jeune J. Fiott visita successivement la Grèce et l'Égypte, dans le but d'en étudier les antiquités. En 1815, à la demande formelle d'un de ses oncles maternels, William Lee, il prit ce dernier nom, et, en 1827, le baronnet sir Georges Lee étant mort sans enfants, il hérita des propriétés de toute la famille et en particulier de la magnifique résidence d'Hartwell.

Le docteur Lee, très-célèbre par sa connaissance approfondie de l'antiquité, était en outre un amateur intelligent de toutes les sciences ; il ne tarda donc point à se lier avec W.-H. Smyth, qui avait établi près d'Hartwell, à Bedfort, un Observatoire assez important. Dans leurs longues causeries du soir, il s'initia peu à peu aux choses de l'Astronomie ; et, lorsqu'en 1828 les instruments du Révérend Læwis Evans durent être vendus par les soins de la Société astronomique de Londres, il les acheta, les fit transporter à Hartwell et, bientôt après, installer dans un pavillon attenant au château. Telle est l'origine de l'Observatoire d'Hartwell qui, dès le début, fut richement pourvu.

Cet établissement possédait alors, en effet, un cercle méridien de 3,75 pouces d'ouverture et de 60 pouces de longueur focale ; un excellent équatorial de 6 pouces d'ouverture, dont l'objectif était un des chefs-d'œuvre de Tulley ; un télescope newtonien de 8,5 pouces ; divers instruments portatifs, ainsi que plusieurs bonnes pendules.

Les travaux de construction des bâtiments, l'installation des instruments exigèrent un temps assez long, pendant lequel le docteur Lee et le capitaine Smyth ne firent à Hartwell que des observations sans grande importance. En 1838, enfin, le docteur Lee s'attacha, avec le titre d'astronome, M. Epps.

James Epps, né en 1773 dans le comté de Kent, était secrétaire assistant de la Société royale astronomique de Londres depuis 1830 ; quoique son éducation n'eût pas été régulière, et que ses occupations lui laissassent peu de temps pour cultiver les sciences, il avait cependant

acquis des connaissances pratiques et théoriques considérables ; il était surtout très-familiarisé avec les calculs de l'Astronomie pratique. A cette époque, il avait déjà publié un Mémoire sur la détermination de la déviation azimutale d'un instrument méridien à l'aide de l'observation des passages de deux étoiles ; un travail important sur les erreurs introduites dans ce même instrument par une inclinaison de l'axe ; enfin il s'était occupé assidûment de la détermination des longitudes par les observations de la Lune.

Dès son arrivée à Hartwell, J. Epps détermina la position géographique de cet Observatoire, puis il commença une série d'observations méridiennes des étoiles de la Lune. Le premier travail fut seul achevé, la mort ayant brusquement frappé cet astronome, le 10 août 1839.

Le capitaine Smyth vint alors s'établir à Hartwell, avec quelques-uns de ses anciens instruments de Bedfort, et y commença une longue série d'observations qu'il continua avec succès jusqu'à sa mort.

Le capitaine, plus tard amiral Smyth, né à Westminster, le 21 janvier 1788, servit longtemps dans la marine, naviguant d'abord dans la mer de l'Inde, puis ensuite dans la Méditerranée (1814-1825), dont il publia des cartes fort exactes ; c'est dans son long séjour à Naples et sur les côtes de Sicile qu'il fit la connaissance du célèbre Piazzi de Palerme et prit le goût des études astronomiques.

A son retour en Angleterre (1830), il établit un Observatoire à Bedfort, et observa un grand nombre de nébuleuses et d'étoiles doubles. En 1839, il avait terminé la révision des Catalogues de Messier et des deux Herschel.

Nous avons vu comment il se décida à transporter alors son équatorial à Hartwell : après l'avoir installé dans ce nouvel Observatoire, le capitaine Smyth continua à observer les nébuleuses et surtout les étoiles doubles, genre d'observation dans lequel il s'était acquis une réputation d'exactitude méritée. L'ensemble des travaux qu'il fit ainsi a été réuni par lui en deux volumes : *Ædes Hartwellianæ,* contenant les observations d'étoiles doubles, faites de 1839 à 1859, et *Speculum Hartwellianum,* qui renferme une histoire complète de l'étoile double γ de la Vierge et de la découverte de Neptune (1).

Ajoutons d'ailleurs que, quoique faites sous sa direction, ces observations ne sont pas toutes de lui : bien souvent sa santé ne permettait pas à W. Smyth d'observer seul.

Le premier de ses assistants fut John Glaisher, frère du célèbre directeur de la division météorologique de l'Observatoire de Greenwich ; John Glaisher devait à son frère James sa vocation pour l'Astronomie ; dès l'âge de quatorze ans, en 1833, alors que James était assistant à l'Observatoire de Cambridge, il commença à faire des observations astronomiques. Quelques années plus tard, James Glaisher ayant été nommé assistant à l'Observatoire royal de Greenwich, John accepta avec empressement la proposition qui lui fut faite par W. Smyth de l'aider dans ses observations ; mais le séjour d'Hartwell lui fut fatal, car il mourut le 16 mai 1846, après un court séjour d'un

(1) L'amiral Smyth a été très-mêlé à la polémique soulevée par la découverte de Neptune, à cause de sa fonction de président de la Société royale astronomique.

an et demi. Il avait, dans cet intervalle, déterminé la longitude de l'Observatoire du docteur Lee.

Glaisher fut remplacé par M. Dell, dont le séjour fut de plus longue durée (1846-1849). M. Dell porta presque toute son attention sur les petites planètes et sur Neptune au moment de sa découverte; ses observations, faites avec une grande assiduité, jouissent, en Angleterre, d'une réputation d'exactitude méritée.

Après le départ de M. Dell, l'amiral W. Smyth observa seul jusqu'en 1859, époque où sa santé, redevenue chancelante et ne lui permettant plus de suivre des observations régulières, le docteur Lee confia les instruments d'Hartwell à M. N. Pogson, jeune astronome plein de mérite et déjà connu par plusieurs travaux importants faits à l'Observatoire de Radcliffe, à Oxford.

M. Pogson, arrivé à Hartwell le 1er janvier 1859, y continua, avec l'équatorial, ses recherches sur les étoiles variables commencées à Radcliffe, et qui devaient le conduire à la formation d'un atlas céleste spécialement destiné à l'étude des étoiles variables; pour chacun de ces astres changeants, il construisit une carte spéciale formant un carré de $1^{\circ}20'$ de côté et renfermant, comme termes de comparaison, toutes les étoiles jusqu' à la 12e grandeur. Ses observations s'étendirent à vingt-deux de ces étoiles, qu'il suivait avec la plus grande assiduité, afin de former une Table de leurs variations d'éclat, d'arriver à la connaissance de la période du phénomène, et de pouvoir construire une Éphéméride pour chacune d'elles.

Les cartes de M. Pogson étaient d'ailleurs publiées régulièrement aux frais du docteur Lee, et quinze d'entre elles avaient paru lorsque, en octobre 1860, M. Pogson

fut appelé, sur la recommandation de M. Airy, à la direction de l'Observatoire de Madras, où il est encore actuellement et où il continue ses études favorites. Peu après son arrivée à Madras, en 1861, M. Pogson publia, comme un hommage au docteur Lee, les Éphémérides d'étoiles variables dont ses observations d'Hartwell lui avaient fourni les éléments.

Le capitaine Jacob, que le climat des Indes avait forcé de quitter la direction de l'Observatoire de Madras pour venir passer quelque temps en Angleterre, fit, pendant son séjour (1860-1861), quelques observations astronomiques avec les instruments d'Hartwell; comme traces de son passage, on trouve, dans les *Comptes rendus* de la Société royale astronomique, quelques dessins de Saturne et de son anneau à l'époque de sa disparition, en 1861.

La santé de l'amiral Smyth, ainsi que celle du docteur Lee, déclinait alors très-visiblement; tous ces événements avaient interrompu la marche régulière de l'Observatoire d'Hartwell. Cependant, après 1861, M. Samuel Horton y fit encore quelques mesures d'étoiles doubles, et M. Birt quelques observations de la Lune. Mais la mort de l'amiral Smyth (9 septembre 1865), puis celle du docteur Lee lui-même (7 février 1866) interrompirent bientôt tout travail.

Depuis cette époque, l'Observatoire d'Hartwell paraît être abandonné; cependant les instruments n'ont point été vendus, et il y a lieu de croire que bientôt les héritiers du docteur Lee les feront de nouveau servir à l'étude du ciel.

II.

OBSERVATOIRES DE M. BISHOP (SOUTH VILLA, LONDRES).

L'Observatoire de South Villa, l'un des premiers Observatoires privés un peu importants d'Angleterre, a été fondé par M. Bishop. Sa création a été récompensée par la médaille d'or de la Société royale astronomique de Londres (1836).

Né à Leicester, le 21 août 1785, d'une famille de riches négociants, M. Bishop se consacra lui-même de bonne heure aux affaires. Toutefois, il sut toujours conserver une partie de son temps pour des études mathématiques. La Mécanique céleste et l'Astronomie surtout l'attiraient vivement, et l'une de ses idées favorites était d'avoir un Observatoire, afin d'appliquer ses loisirs à une étude plus sérieuse de cette dernière science; mais il ne put la mettre à exécution qu'en 1833, époque où il abandonna à ses enfants le soin de son négoce.

L'Observatoire qu'il fit alors construire, dans sa résidence de South Villa, aux environs de Regent's Park, consistait en une chambre équatoriale circulaire, surmontée par un dôme presque hémisphérique, et flanquée d'une aile latérale devant servir de salle méridienne.

Le principal instrument de l'Observatoire était un grand équatorial de Dollond, de 7 pouces d'ouverture et 11 pieds de distance focale; à ce bel équatorial étaient adjoints un instrument des passages, de Troughton et Simms, et une pendule, de Barraud, destinés à faire connaître le temps. Plus tard, en mars 1840, M. Bishop éta-

blit dans son Observatoire un cercle de hauteur et d'azimut.

Après avoir cherché à observer seul quelque temps, M. Bishop se convainquit de la nécessité de confier la direction de son Observatoire à un astronome de métier, s'il voulait lui voir produire quelque chose. Souvent, en effet, la partie la plus importante d'un instrument est l'observateur lui-même. D'après les conseils des premiers astronomes d'Angleterre, il appela M. Dawes à ce poste important.

M. Dawes, déjà bien connu par ses mesures d'étoiles doubles, s'jntalla à South Villa dans l'automne de 1839 et se mit aussitôt en devoir de continuer ses mesures micrométriques d'étoiles doubles ou triples. Ce travail, qui l'occupa jusqu'en 1844, a été publié plus tard, avec les observations de son successeur, sous le titre : *Astronomical Observations taken at the Observatory South Villa* (*Innei circle, Regent's Park*, *London*), *during the years* 1839-1851. Ce volume contient, en outre, une étude historique et théorique des étoiles doubles qui offre un grand intérêt.

En mai 1844, M. Dawes quitta la résidence de South Villa pour se rendre dans un Observatoire qu'il venait de faire construire à ses frais à Haddenham (*Hopefield Observatory*); il y fut remplacé par M. Hind, alors assistant à la division magnétique de Greenwich.

M. Hind dirigea ses travaux dans une voie différente de celle qu'avait suivie M. Dawes. Sans négliger complétement les étoiles doubles, il s'appliqua surtout à la recherche des petites planètes et des comètes. A cette époque (1844), on ne connaissait encore, entre Mars et Jupiter,

que quatre astéroïdes; M. Hind a successivement découvert à South Villa : Iris (13 août 1847), Flore (18 octobre 1847), Victoria (13 septembre 1850), Irène (19 mai 1851), Melpomène (24 juin 1852), Fortuna (22 août 1852), Calliope (26 novembre 1852), Thalie (15 décembre 1852), Euterpe (8 novembre 1852), Uranie (22 juillet 1854). La découverte de ces dix astéroïdes n'est pas d'ailleurs le seul résultat des efforts de M. Hind pendant cette période de 1844 à 1854; il avait, en même temps, construit et publié huit *cartes écliptiques* : dans chacune d'elles étaient marquées, jusqu'à la onzième grandeur, toutes les étoiles contenues dans une zone de 15 minutes de temps et de 15 degrés de déclinaison de part et d'autre du plan de l'écliptique; et c'est en construisant ces cartes, ou en s'aidant de celles déjà construites, qu'il avait découvert les astres précédents.

Ces résultats seraient déjà une preuve de la grande activité déployée à cette époque par M. Hind; mais, pour avoir un tableau complet de ses travaux multiples, nous devons ajouter que, pendant la même période, il observait la comète de Mauvais (1844), la grande comète de 1844-1845, la comète périodique de Vico (1844), la comète de Brorsen (1845), une nouvelle comète de Vico (1846), la comète de Schweizer (1846), la comète de Collas (1846), la comète de Biela (1846), découvrait une comète dans la Chevelure de Bérénice (16 octobre 1846), une autre comète le 6 février 1847; observait la comète d'Encke (1847), la comète de Goujon (1848), la comète de Petersen (1849), la comète de Westphal (1853) et enfin la comète de Brühns (1854).

Comme M. Hind joignait à une aptitude remarquable

pour les observations une habitude peu ordinaire du calcul, il déterminait en même temps les orbites des planètes et des comètes qu'il avait lui-même découvertes, ainsi que les éléments de la plupart des planètes qu'il observait. C'est à lui, par exemple, que l'on doit les éléments de l'orbite de la comète découverte par M. Faye, à l'Observatoire de Paris, ainsi que ceux des comètes de Vico et de Schweizer.

Enfin, et pour terminer cette énumération incomplète, M. Hind observait encore et calculait les orbites apparentes d'un certain nombre d'étoiles doubles, comme γ de la Vierge, μ du Bouvier, α des Gémaux, σ de la Couronne, δ du Cygne, etc. ; il déterminait également les périodes de quelques étoiles variables.

L'activité vraiment remarquable que M. Hind déployait ainsi à l'Observatoire de South Villa fut récompensée par deux témoignages éminents. En 1853, il recevait de la Société royale astronomique la grande médaille d'or ; et, la même année, le gouvernement lui attribuait, *pour ses belles découvertes,* une pension de 200 livres (10 000 francs); c'est ainsi qu'en Angleterre on sait honorer la science.

Dans le courant de cette même année (1853), M. Hind fut appelé à la *Superintendence* du *Nautical Almanac.* Nul n'était plus digne que lui de cette preuve de confiance, et ses nombreux travaux de calcul le désignaient naturellement pour la surveillance de cette Éphéméride astronomique, qu'aucune publication du même genre n'a encore pu égaler, et qui est aujourd'hui entre les mains des marins de toutes les nations.

La charge de *Superintendent of the Nautical Almanac Office* éloigna nécessairement M. Hind des travaux d'ob-

servation pure; cependant il ne les a jamais abandonnés d'une manière complète; aujourd'hui encore il observe parfois et, de plus, il dirige d'une manière efficace les travaux des jeunes astronomes que G. Bishop appelle à l'Observatoire de South Villa.

C'est là, sous les ordres de M. Hind, que M. Norman Pogson, à qui l'on doit la découverte d'un grand nombre de petites planètes, fit ses premiers pas dans la voie de l'Astronomie.

Lorsque M. Pogson quitta South Villa (1850), pour devenir assistant de l'Observatoire de Radcliffe, il fut remplacé par M. Vogel (1852) (1), et bientôt (1854) ce dernier lui-même par M. Marth.

M. Marth quittait alors l'Université de Kœnigsberg, où il avait publié les éléments de l'orbite de la comète de Westphal, presque en même temps que M. Hind. A l'Observatoire de South Villa, auquel il ne fut attaché que pendant un an et demi, il suivit la voie de son illustre prédécesseur. Il découvrit la planète Amphitrite (1er mars 1854) et calcula les orbites des quatre petites planètes Euterpe, Amphitrite, Massalia et Uranie. Ces calculs, alors devenus classiques, commençaient pourtant à présenter un intérêt scientifique bien moins considérable.

Après le départ de M. Marth, l'Observatoire de South Villa resta quelque temps inoccupé, et passa ensuite sous la surveillance de M. de Talmage.

---

(1) M. Vogel, né à Crefeld en 1829, quitta l'Observatoire de M. Bishop pour rejoindre, en qualité d'astronome et de botaniste, l'expédition du docteur Barth en Afrique. Il dirige actuellement l'Observatoire de M. de Bulow, à Bothkamp, en Allemagne.



La mort de M. Bishop, survenue le 14 juin 1861, interrompit encore les travaux de l'Observatoire de Regent's Park. Peu après, d'ailleurs, M. Georges Bishop, son fils, héritier de sa fortune et de son attachement pour les choses de l'Astronomie, transporta les instruments de South Villa dans sa résidence de Twickenham, où il devait trouver un ciel plus favorable aux observations. M. de Talmage y continua ses travaux pendant quelque temps sous la haute direction de M. Hind. Après son départ, il y eut dans le service de l'Observatoire de Twickenham une nouvelle interruption, qui dura jusqu'à l'arrivée de M. W.-E. Plummer (1870).

On reprit alors la construction des cartes écliptiques commencées par M Hind à South Villa, en étendant le programme primitif de façon à faire une étude sérieuse de la portion de la voie lactée comprise dans la région que nous venons d'indiquer. En même temps, M. Plummer suit avec soin les comètes nouvellement découvertes et calcule, sous la direction de M. Hind et avec le secours des employés du *Nautical Almanac Office*, les orbites de quelques-unes d'entre elles (comètes de Tempel, Tuttle, Vico, Brorsen, etc.). Grâce à son zèle et aux conseils de M. Hind, l'Observatoire de Twickenham paraît être entré dans une voie où il se montrera le digne continuateur des travaux laissés à South Villa par Bishop, MM. Dawes, Hind et Pogson.

III.

OBSERVATOIRES DE M. DAWES.

Les Observatoires successifs de M. Dawes sont au nombre des Observatoires privés dans lesquels il a été fait



des travaux suivis, dignes de rivaliser avec ceux que l'on accomplit dans un grand Observatoire public par les efforts réunis d'un nombreux personnel. Il semble, en effet, que dans un petit Observatoire l'astronome, exempt des services et des fatigues de l'administration, libre de travailler à ses heures, libre surtout de ne traiter que des sujets de son choix, développe une énergie de travail bien supérieure à celle dont il est capable lorsque des nécessités de service l'appellent à une besogne parfois incompatible avec ses aptitudes et ses désirs.

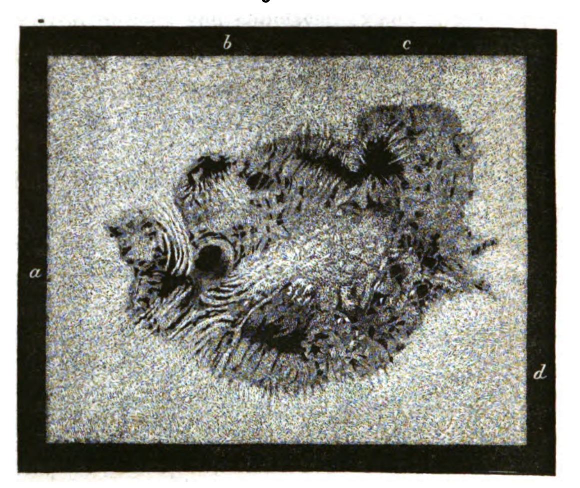
William Rutter Dawes, né à Londres le 19 mars 1799, était le fils d'un professeur de Mathématiques à Christ's Hopital; destiné d'abord à l'état ecclésiastique, pour lequel il ne se sentait aucune vocation, il se mit, vers dix-huit ans, à étudier la Médecine, et, après avoir suivi avec succès les cours de l'hôpital Saint-Bartholomée, il s'établit, en qualité de médecin, d'abord au voisinage de Haddenham, puis, en 1826, à Liverpool.

C'est dans cette résidence que, avec une lunette d'un peu moins de 2 pouces d'ouverture, il fit ses premières observations astronomiques. Environ quatre ans après, il allait habiter Ormskirk, et y faisait construire un modeste Observatoire dans lequel il installait lui-même une lunette équatoriale de Dollond, de 3,8 pouces d'ouverture et de 5 pieds de longueur focale. Cet instrument était bien peu puissant; mais, en revanche, le fini de son travail était, comme celui de tous les instruments sortis des ateliers de Dollond, d'une perfection remarquable; il suffit à M. Dawes pour commencer la révision du Catalogue des étoiles doubles de W. Herschel.

Ce travail fut pour lui l'occasion d'une étude impor-

tante de l'étoile triple ζ du Cancer (1831), et le conduisit à la publication d'un Catalogue de cent vingt et une étoiles doubles (1834) : « *Micrometrical measures of the posi-* » *tions and distances of* 121 *double Stars taken at Orm-*


Fig. 10.



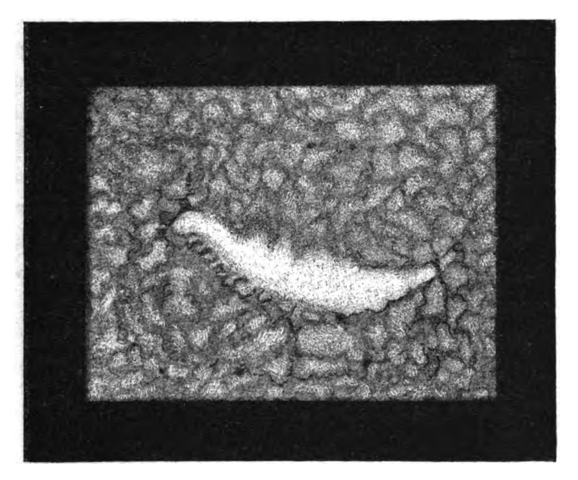
Tache solaire.

» *skirk in the yars* 1830-1833. » (*Memoirs of the royal astronomical Society*, vol. VIII, 1835).

La notoriété qu'il avait acquise dans ce genre d'observations fort difficiles et très-délicates appela sur lui l'attention de M. Bishop, lorsqu'il sentit le besoin d'avoir un astronome pour diriger son Observatoire de South Villa; c'était, pour M. Dawes, une occasion heureuse qui mettait à sa disposition des moyens de travail consi-

dérables. Il accepta les propositions de M. Bishop et, dans l'automne de 1839, devint directeur de l'Observatoire de South Villa. Il y continua les mesures d'étoiles doubles si bien commencées à Ormskirk, mesures aux-

Fig. 11.



Facule de la surface du Soleil.

quelles il put dès lors ajouter l'observation des comètes (comète de Bremiker, 1839). Son séjour à Londres ne fut cependant pas de bien longue durée, et, à la suite de divers événements de famille, il vint, au printemps de 1844, habiter Camden Lodge, aux environs de Cranbrook, dans le comté de Kent.

Aussitôt que les circonstances le lui permirent, il fit construire un Observatoire dans sa nouvelle demeure.

Commencé dans l'automne de 1845, cet Observatoire se compose de deux salles contiguës renfermant, l'une un cercle méridien et une pendule, l'autre une lunette montée équatorialement. Le cercle méridien, dû à Simms, a 2 pieds de diamètre ; sa graduation, tracée sur argent, donne les 4 minutes, et la lecture s'y fait au moyen de quatre microscopes micrométriques. La lunette qu'il porte a 2,5 pieds de foyer et 2,75 pouces d'ouverture. La lunette de l'équatorial est plus puissante; construit par Merz et Mahler, successeurs de Utzchneider et Fraunhofer à l'Institut optique de Munich, son objectif a 8 pieds de foyer et 6 pouces d'ouverture (mesures françaises). L'instrument tout entier est monté comme l'équatorial construit par Fraunhofer pour l'Observatoire de Dorpat, et un mouvement d'horlogerie lui permet de suivre les étoiles dans leur mouvement diurne.

M. Dawes reprit dès lors avec assiduité l'observation des étoiles doubles, y ajoutant d'ailleurs des mesures continues sur les satellites d'Uranus et de Saturne, les dimensions de cette dernière planète et de ses anneaux, quelques observations de comètes et celle d'un passage de Mercure sur le Soleil (8 novembre 1848) (1). Mais peu à peu la fatigue de ce travail sans relâche altéra sa santé ; les névralgies auxquelles il était sujet depuis longtemps devinrent si intenses que, par ordre des médecins, il dut interrompre ses observations.

Vers 1850, lorsque sa santé fut rétablie, M. Dawes transporta son Observatoire à Waternigbury, près de

---

(1) Ces observations de comètes et de planètes ont été publiées successivement dans les *Monthly Notices of the royal astronomical Society*.



Maidstone. Son équatorial de Merz y était à peine installé, qu'il découvrait (novembre 1850) la division en deux parties de l'anneau intérieur de Saturne (*fig.* 9). Cette planète et ses apparences multiples devinrent alors, pendant quatre ou cinq ans, son sujet d'études favori.

Plus tard, M. Dawes dirigea son attention sur le Soleil et observa avec son équatorial les taches (*fig.* 10) et les facules (*fig.* 11) qui apparaissent sur la surface de cet astre. Il en a publié des descriptions et des dessins nombreux, où l'on trouve une foule de particularités intéressantes qui avaient jusque-là échappé aux astronomes.

Les découvertes nombreuses de M. Dawes, et en particulier sa découverte de l'anneau intérieur de Saturne, et ses mesures d'étoiles doubles furent à cette époque, mais un peu tard peut-être, récompensées par la médaille d'or de la Société royale astronomique (1855).

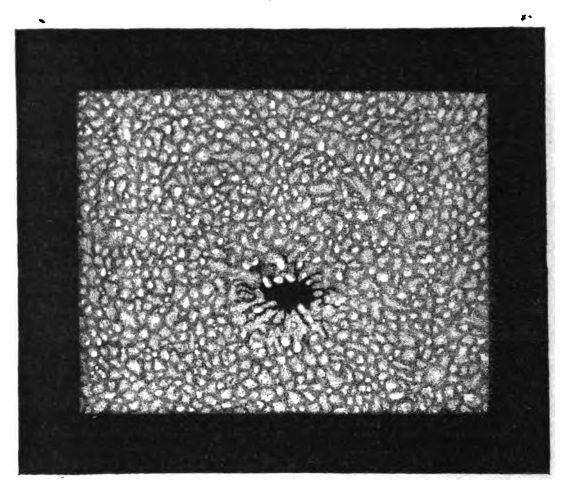
En 1857, l'Observatoire de M. Dawes fut, encore une fois, transporté et établi plus près de Londres, à Haddenham, au voisinage de sa première demeure. Dans cette nouvelle résidence, M. Dawes reprit et compléta son travail sur les étoiles doubles en se servant d'un nouvel équatorial de $7\frac{1}{3}$ pouces d'ouverture, et même plus tard (1859) d'une lunette de $8\frac{1}{4}$ pouces d'ouverture et de 9 pieds de foyer. Les Catalogues dans lesquels cet illustre astronome a rassemblé ses nombreuses mesures micrométriques des étoiles doubles forment une œuvre des plus importantes et qui ne sera pas de longtemps surpassée (1).

(1) *Micrometrical Measurements of double Stars,* by the Rev. Dawes. (*Memoirs of the royal astronomical Society,* vol. XXIX et XXXV.)



A partir de 1860, la santé de M. Dawes devint des plus chancelantes et lui permit à peine d'observer. Il dut renoncer entièrement aux observations de nuit et cesser ses mesures d'étoiles doubles. Il reporta alors tout ce qui

Fig. 12.

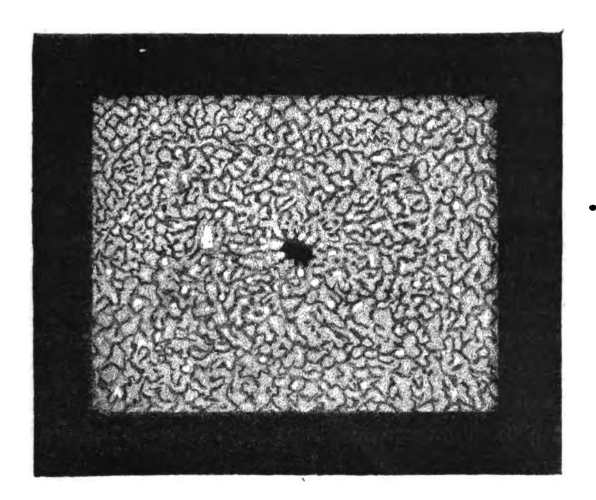


Grains de riz ou feuilles de saule.

lui restait d'activité sur l'étude de la photosphère solaire, qu'il avait autrefois ébauchée, et, sur ce sujet encore, les résultats auxquels M. Dawes est arrivé sont excessivement remarquables. C'est lui qui a, le premier, fait remarquer l'apparence granulée de la surface du disque solaire. D'après cet astronome, la surface du Soleil est parsemée de petits points brillants qui, avec une forte lunette, font

complétement l'effet de grains de riz décortiqués, éclairés par un violent soleil (*fig.* 12 et 13). De plus, ces *grains de riz* ou *feuilles de saule*, comme l'a dit plus tard Nasmyth, sont entraînés vers l'intérieur des taches par un mouvement lent aperçu plus tard par le P. Secchi, directeur de l'Observatoire du Collége romain, qui, lui aussi, fait du Soleil l'objet principal de ses études.

Fig. 13.



Grains de riz ou feuilles de saule.

M. Dawes est mort à Haddenham, le 15 février 1868.

IV.

OBSERVATOIRE DE M. R.-C. CARRINGTON (REDHILL).

M. R.-C. Carrington (lui-même le raconte dans la Préface d'un de ses ouvrages) avait été d'abord destiné à entrer dans les ordres; des convenances de famille l'exigeaient ainsi. En France, où les ecclésiastiques, les étudiants en Droit et en Médecine, les élèves des Facultés des Sciences et des Lettres étudient le plus souvent dans des villes éloignées, ou tout au moins forment dans une même ville des corporations différentes, ayant entre elles peu de relations, M. Carrington eût certainement embrassé la carrière ecclésiastique; mais en Angleterre, au lieu de ces Facultés séparées, de ces écoles distinctes, tous les genres d'enseignement sont réunis dans un certain nombre de centres, d'*Universités*, où, tout en suivant les cours spéciaux à la profession qu'il doit embrasser, un étudiant peut profiter en même temps de leçons de tout autre nature.

Or, à l'Université de Cambridge, où il étudiait la Théologie, M. Carrington eut l'occasion de suivre le cours de James Challis, *Plumian professor* et *Cambridge observer,* et le charme qu'il trouva dans ces leçons augmenta le désir qu'il ressentait depuis quelques années de se consacrer aux études astronomiques.

Sa famille, l'une des plus riches du comté, consentit à ce changement de carrière; et lorsque, en 1849, ses études universitaires furent terminées, il entra, avec le

titre d'*Assistant*, à l'Observatoire de Durham, alors dirigé par le révérend Temple Chevalier.

Pour M. Carrington, d'ailleurs, l'Astronomie n'était point une carrière où il eût à faire son avenir matériel ; il n'aspirait, au contraire, qu'à acquérir au plus vite les connaissances astronomiques nécessaires pour lui permettre d'employer utilement aux progrès de cette science les revenus qu'il tenait de sa naissance. Aussi consacra-t-il dès lors tout son temps à se rendre familiers les divers procédés d'observations et les calculs usuels de l'Astronomie : c'est ainsi que, pendant son séjour à Durham (1849-1851), il observe avec assiduité les petites planètes Junon, Iris, Flore, Irène, Metis, Hébé...., alors nouvellement découvertes, les comètes de Petersen, de Bond, de d'Arrest, de Brorsen, d'Encke....., calcule l'orbite de la comète I de 1850, et détermine (1851), au moyen des chronomètres, la longitude de l'Observatoire de Durham.

Les observations de petites planètes avaient démontré à M. Carrington la nécessité des Cartes et des Catalogues exacts d'étoiles, de la 1re à la 10e ou 11e grandeur. Les zones de Bessel et d'Argelander fournissaient le Catalogue complet des étoiles comprises entre 0 et 80 degrés de déclinaison boréale ; mais il restait au voisinage du pôle une calotte sphérique de 10 degrés, pour laquelle on n'avait ni Cartes, ni Catalogues. Le jeune astronome résolut de combler cette lacune ; et, se sentant assez expérimenté pour travailler seul désormais, il fit construire, sur la colline de Redhill, aux environs de Chichester, un Observatoire où, complétement indépendant, il put se consacrer entièrement au but qu'il s'était proposé.

Situé sur la hauteur de Furze-Hill, qui domine au nord, à l'est et au sud tout le pays environnant et se continue vers l'ouest par une longue bande de sable sur laquelle sont situées quelques maisons basses, l'Observatoire de Redhill est d'une construction fort simple : une maison, en forme de cottage, où habite l'astronome, est flanquée d'une aile peu élevée, Observatoire véritable, qui abrite un instrument des passages de 5 pouces d'ouverture et 5,5 pieds de foyer, réduction du grand instrument méridien de Greenwich, ainsi qu'un équatorial de 4,5 pouces d'ouverture et 4,3 pieds de foyer, sortis tous deux des ateliers de Simms.

Commencé en juin 1852, l'Observatoire fut terminé en février 1853, et M. Carrington s'occupa immédiatement de la construction de son Catalogue de circumpolaires. Dans ce but, il déterminait, avec l'instrument méridien, les positions absolues des étoiles les plus brillantes; puis avec l'équatorial il rapportait à ces dernières celles des astres plus faibles. Le résultat de ce travail, *Catalogue of* 3735 *circumpolar stars observed at Redhill, in the years* 1854, 1855 *and* 1856, *by R.-C. Carrington,* valut, en 1860, à son auteur, la grande médaille d'or de la Société royale astronomique.

L'observation des circumpolaires ne suffisant point à l'activité de M. Carrington, il entreprit, dès le mois d'octobre 1853, l'observation continue de la position des taches solaires. A cette époque, aucun Observatoire public ne s'était encore occupé de cette importante question, et les quelques astronomes qui avaient dessiné la surface du Soleil l'avaient fait par des procédés fort imparfaits; on ne pouvait guère tirer des documents alors existants que

des renseignements approximatifs sur la distribution des taches, leur variabilité de nombre ou de forme et leurs mouvements.

Christophe Scheiner (d'Ingolstadt), l'un de ceux qui, au commencement du XVIIe siècle, avaient découvert l'existence des taches sur la surface du Soleil, avait remarqué que, prises isolément, ces taches conduisaient à des durées de rotation du Soleil différentes et variant entre vingt-cinq et vingt-huit jours. Quelques années après, le franciscain Octoul et Simon Marius de Gunzenhausen avaient observé les taches avec soin ; puis ce sujet fut abandonné par les astronomes et les géomètres comme peu digne de leurs études. D'après Delambre, déterminer la rotation du Soleil d'après les observations des taches « est un problème plus curieux qu'utile, et un astronome doit s'en occuper au plus une fois dans sa vie pour voir si cette rotation devient constante (1) ». Mais, à la fin du XVIIIe siècle et au commencement du XIXe, l'étude des taches solaires fut reprise avec ardeur : Wilson, W. Herschel, Gruithuisen et Arago en déduisirent des théories plus ou moins plausibles sur la constitution du Soleil. D'un autre côté, vers 1826, le conseiller Schwabe, de Dessau, et plus tard M. Rodolphe Wolf, de Zurich, subordonnant toute recherche théorique aux résultats de nombreuses observations, entreprirent de noter et de dessiner jour par jour toutes les taches qui apparaissaient sur la surface du Soleil.

C'est cette voie, seule possible alors, que M. Carring-

---

(1) *Astronomie de Delambre*, vol. III, p. 59.

ton résolut de poursuivre aussi, en étudiant d'une manière régulière la distribution et le mode de mouvement des taches, afin d'en déduire plus tard la durée exacte de la rotation du Soleil autour de son axe, la position vraie de cet axe lui-même et les mouvements ou les courants qui pourraient exister à sa surface.

Les observations, commencées le 9 novembre 1853, ont été continuées jusqu'au 24 mars 1861 ; toutes ont été faites en projetant sur une feuille de carton l'image du Soleil et des fils perpendiculaires d'un micromètre ; ces fils étant inclinés à 45 degrés sur la direction du mouvement diurne, il suffisait, pour obtenir la position héliocentrique des taches, de noter l'heure de leurs contacts avec les bords du Soleil et avec les bords de chaque tache.

L'ensemble des données de l'observation et leur discussion ont été imprimés en 1863, dans un grand Ouvrage qui a pour titre : *Observations of the spots on the Sun, from november* 10, 1853, *to march* 24, 1861 ; *made at Redhill, by C.-R. Carrington,* et forme un magnifique volume, fort précieux pour les astronomes qui étudient les questions de physique solaire.

Dans sa discussion, M. Carrington prenait comme point de départ la valeur présumée la plus exacte des éléments de la rotation solaire, et s'en servait pour calculer d'avance les différentes positions que devait occuper une même tache. Comparant alors les positions observées et les positions calculées, il en déduisait les corrections destinées à rectifier les éléments primitivement adoptés.

Il est résulté de son travail deux lois empiriques fort importantes et qui confirment certains faits déjà connus depuis longtemps.

1° Les taches sont très-rares au delà de 30 degrés de latitude héliocentrique; elles sont très-rares sur l'équateur et se montrent en très-grande quantité dans deux zones situées symétriquement au nord et au sud, entre le 10ᵉ et le 30ᵉ degré de latitude.

2° La rotation solaire n'a pas la même durée sur tous les parallèles : la vitesse est maximum à l'équateur. Pour exprimer d'une manière empirique cette rotation diurne, M. Carrington donne la formule suivante, où ξ représente la rotation diurne et λ la latitude :

$$\xi = 14°25' - 16' \sin^{\frac{7}{4}} \lambda.$$

De ces deux conclusions expérimentales, l'illustre astronome de Redhill déduit d'ailleurs des notions théoriques importantes. Pour les expliquer, il faut, d'après lui, admettre que le Soleil est enveloppé d'une épaisse atmosphère, dans l'intérieur de laquelle existent d'immenses courants. C'est l'idée que nous devons encore nous faire de la portion superficielle du Soleil, après toutes les nouvelles découvertes dues depuis à l'emploi du spectroscope.

Nous n'insisterons pas davantage sur les travaux de M. Carrington : ils sont bien connus, en France, par les Mémoires et les discussions de M. Faye.

D'ailleurs, après un examen consciencieux de sa vaste série d'observations, qui fut en grande partie imprimée aux frais du Gouvernement anglais, M. Carrington a conclu que, pour faire avancer nos connaissances sur ce sujet plus qu'il ne l'a fait dans son Ouvrage, il faudrait une dépense d'au moins 5000 livres (125000 francs), et une période d'observations d'au moins vingt-cinq ans.

Il en est résulté pour lui cette conviction que, pour être fructueuses, les recherches relatives au Soleil ne doivent pas être l'œuvre d'un savant isolé, si assidu et si consciencieux qu'il soit; aussi a-t-il abandonné son Observatoire de Redhill et se prépare-t-il à partir pour le Chili dans le but d'y observer les étoiles voisines du pôle austral.

V.

OBSERVATOIRE DE M. W. LASSELL (STARFIELD, PAR LIVERPOOL).

En même temps qu'un des plus grands seigneurs de l'Irlande, le comte de Rosse (1), s'efforçait de rendre aux instruments réflecteurs le rang important qu'ils avaient occupé autrefois en Astronomie, un des plus riches négociants de Liverpool, cette reine des cités commerçantes, le brasseur William Lassell faisait, en Angleterre, des efforts analogues qui furent couronnés du même succès.

Après deux années de travaux, M. Lassell était parvenu, vers 1838, à construire un miroir métallique, travaillé et poli par lui-même, de qualité excellente, malgré ses 9 pouces d'ouverture et ses 9,75 pieds de foyer. Il fit alors bâtir, tout près de Liverpool, pour utiliser ce bel instrument, un petit Observatoire auquel il donna le nom symbolique de *Starfield*, *Champ des Étoiles* (2).

Cet Observatoire, terminé dans l'été de 1840, ne com-

---

(1) Voir, dans le second volume, l'*Observatoire de Lord Rosse*.

(2) *Description of an Observatory erected at Starfield*. (*Memoirs of the royal astronomical Society*, vol. XII.)

prend qu'un seul bâtiment, une tour de 5 mètres de diamètre, recouverte d'un toit tournant et renfermant dans son intérieur une lunette méridienne, et un télescope newtonien construit avec le miroir dont nous avons déjà parlé.

La lunette méridienne est de petite dimension, une sorte de lunette méridienne portative ; elle n'est destinée qu'à donner l'heure pour régler les pendules.

Le télescope est, au contraire, un instrument puissant et remarquable par la perfection de sa construction et ses belles qualités optiques ; dirigé vers une étoile, il donne, lorsque l'atmosphère est calme, une image parfaitement ronde et sans aucun de ces rayons divergents qui sont si fréquents avec les miroirs ordinaires. Le miroir est porté au bout d'un tube cylindrique de cuivre et soutenu par un système de leviers et de contre-poids qui, agissant avec d'autant plus d'énergie que le télescope est dirigé vers une portion du ciel plus voisine du zénith, préviennent les déformations du miroir sous l'influence de la pesanteur, lui conservent sa forme exactement parabolique et font que, d'après M. Lassell, « les images sont aussi belles à l'horizon qu'au zénith ».

Le tube du télescope est lui-même porté à l'extrémité supérieure d'un axe parallèle à l'axe du monde et tourne par l'action d'un fort mouvement d'horlogerie.

Quant à l'observateur, il est assis sur un siége suspendu aux parois du dôme par un système fort ingénieux de crémaillères, qui le place toujours à portée de l'oculaire.

A l'aide de ce beau télescope, M. Lassell a successivement observé la comète de Faye (12 décembre 1843 — 22 février 1844), les comètes de Vico (19 septembre —

22 octobre 1844), de d'Arrest (19 janvier — 11 mars 1845), de Mauvais (31 janvier — 16 février 1845), de Vico (29 mars — 7 avril 1845), rendant ainsi aux astronomes le service de suivre ces astres dans des positions éloignées de leurs orbites, où elles n'auraient pas été visibles avec les instruments alors existant dans les Observatoires publics.

Convaincu, par les excellents résultats optiques obtenus dans ce premier essai et par les conversations qu'il eut à ce sujet avec lord Rosse, qu'il était possible de faire des miroirs d'une ouverture beaucoup plus considérable et, par suite, beaucoup plus puissants (1), il se mit à l'œuvre dès 1845. Après avoir essayé la machine à polir de lord Rosse et n'avoir pu en tirer de bons résultats, il en fit construire une un peu différente (2), avec laquelle

(1) On sait, en effet, depuis Foucault, que le *pouvoir optique* d'un instrument d'optique (c'est-à-dire l'inverse de la valeur limite du diamètre apparent qu'a la droite menée entre deux points lumineux, au moment où ils cessent d'être distingués l'un de l'autre par l'instrument) est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnel à l'ouverture de cet instrument; en outre, Foucault et, depuis, M. Wolf ont constaté qu'avec un instrument muni d'un diaphragme présentant une ouverture de $0^m,10$ de diamètre on pouvait encore distinguer deux traits dont la distance était vue sous un angle de $1'',33$; de telle sorte que, pour pouvoir distinguer l'un de l'autre deux points dont la distance serait vue sous un angle de $0'',1$, il faudrait un instrument de $1^m,10$ d'ouverture, pour $0'',01$ une ouverture de 11 mètres, et ainsi de suite. Ajoutons que l'éclat des images d'un astre est également proportionnel à l'ouverture. On voit quel intérêt s'attache à la construction de miroirs ou d'objectifs de diamètres considérables.

(2) *Description of a machine for polishing specula.* (*Memoirs of the royal astronomical Society*, vol. XVIII.)

il fit successivement plusieurs miroirs de grandeur croissante, jusqu'à un miroir de 2 pieds d'ouverture et 20 pieds de foyer, qu'il fit monter en télescope, et avec lequel il commença ses observations (1847).

Ses efforts reçurent immédiatement la plus belle récompense: le 7 juillet 1847, il découvrit un satellite à la nouvelle planète Neptune, trouvée depuis un an à peine, et crut pouvoir affirmer que, comme Saturne, cette planète est entourée d'anneaux; l'année suivante, le 18 septembre 1848, il enrichit le système de Saturne d'un nouveau satellite, *Hypérion*, intermédiaire entre Japet et Titan, portant ainsi à huit le nombre des compagnons de cette planète.

L'ensemble de ces travaux fit décerner, en 1849, à M. Lassell, la médaille d'or de la Société astronomique, médaille qui lui est accordée, dit le rapport de sir J.-W. Herschel, parce qu'il « a construit lui-même son miroir, parce qu'il l'a poli avec une machine de son invention, et placé dans un Observatoire construit sur ses plans, et aussi parce qu'avec cet appareil il a découvert le satellite de Neptune, le huitième satellite de Saturne et réobservé les satellites d'Uranus ».

Cette récompense éclatante donna à M. Lassell une nouvelle ardeur. En octobre 1851, il ajouta au monde d'Uranus deux nouveaux satellites intérieurs, qui avaient échappé au grand Herschel.

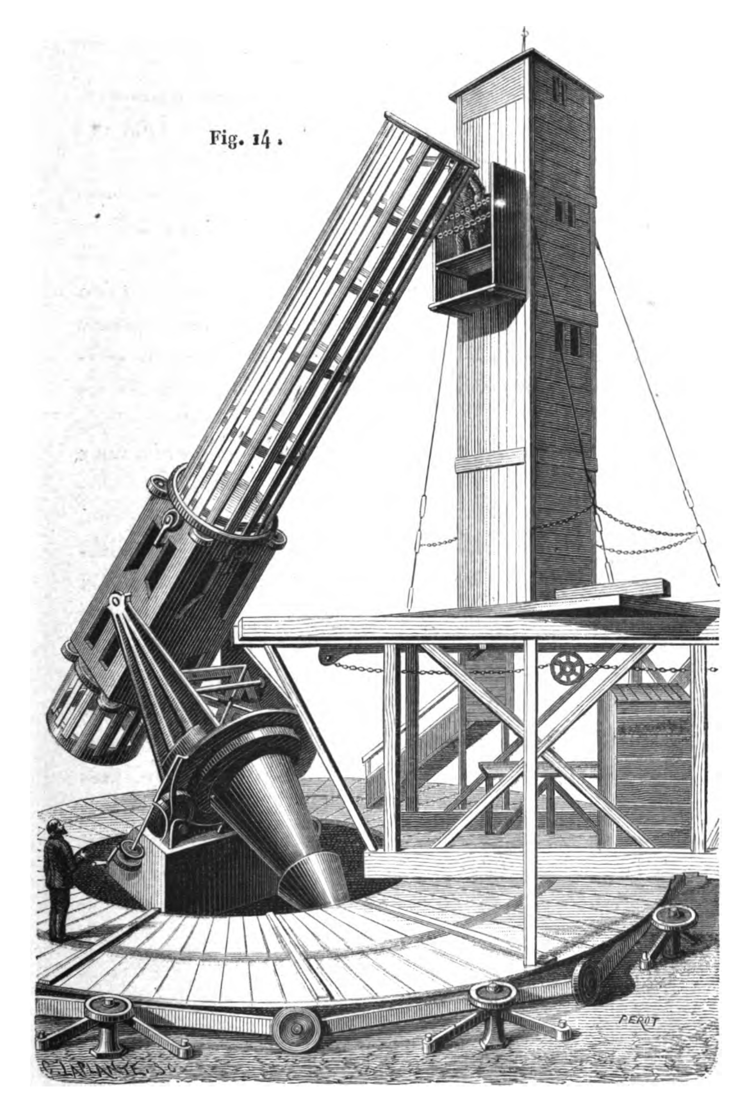
Mais Liverpool, situé au milieu d'un des districts les plus manufacturiers d'Angleterre, n'offrait pas une atmosphère assez limpide pour utiliser toute la puissance de son télescope de 20 pieds. M. Lassell résolut donc de transporter l'instrument à Malte, à une latitude moindre,

sous un ciel justement célèbre par la transparence remarquable de l'atmosphère et par la constance de la température qui y règne.

L'espoir de M. Lassell ne fut point trompé, car, pendant son séjour dans cette île (octobre 1852 à mars 1853), il put faire des observations exactes et nombreuses des deux satellites intérieurs qu'il avait ajoutés au monde d'Uranus; de beaux dessins de Saturne et de la grande nébuleuse d'Orion, dans l'épée de laquelle il découvrit une belle étoile. Il acquit, en outre, pendant cette expédition, la conviction qu'avec son télescope de 2 pieds d'ouverture il ne pourrait découvrir à l'une quelconque des grosses planètes aucun satellite nouveau.

A son retour en Angleterre, au printemps de 1853, M. Lassell trouva le nombre des usines qui entouraient Starfield considérablement accru; les observations y étaient devenues impossibles : aussi transporta-t-il son Observatoire 2 milles plus loin, à Bradstones. L'installation de ses deux télescopes et de sa lunette méridienne occupa la fin de cette année, et le célèbre astronome ne reprit ses études sur notre système planétaire et ses observations de comètes et des autres astres faibles qu'au commencement de 1854.

Mais aucune découverte importante ne venait récompenser ses efforts incessants. L'idée qu'il avait emportée de Malte, de construire un nouveau télescope d'ouverture plus grande, et de retourner dans cette île, s'empara donc de lui avec une intensité croissante, si bien qu'au commencement de 1859 il reprit ses travaux de constructeur et entreprit la fabrication d'un télescope de 4 pieds ($1^{m},22$) d'ouverture et de 37 pieds ($11^{m},40$) de foyer. Deux ans



Télescope de 4 pieds d'ouverture, de M. Lassell.

lui suffirent pour mener à bien cette œuvre importante, et, dans les derniers mois de 1861, l'instrument (*fig.* 14) fut expédié à Malte et bientôt après établi dans une position convenable. La difficulté de la manœuvre d'une semblable machine avait obligé M. Lassell à emmener avec lui deux aides.

Les observations ne commencèrent sérieusement qu'en 1862; mais, à partir de cette époque jusqu'au printemps de 1865, le magnifique télescope de M. Lassell fut constamment tourné vers le ciel et employé à en scruter les profondeurs.

Les résultats de ces travaux ont été nombreux; nous devons signaler, parmi les plus importants, un *Catalogue of* 600 *new nebulæ discovered at Malta vith the fourth-feet equatorial in* 1863 *to* 1865. Ces nébuleuses avaient par leur faible éclat, sous le ciel brumeux d'Angleterre, échappé aux télescopes de W. Herschel et de lord Rosse. L'expédition rapportait, en outre, de nombreuses observations de la nébuleuse d'Orion, déjà étudiée en 1852, ainsi qu'un grand nombre de mesures micrométriques des satellites de Saturne, d'Uranus et de Neptune.

Aujourd'hui, M. Lassell est retiré à Ray-Lodge, près de Liverpool, et paraît avoir abandonné l'Astronomie militante pour ne plus s'occuper que de la mise en ordre et de la publication des nombreuses observations recueillies dans les expéditions de 1852 et 1863.

VI.

OBSERVATOIRE DE M. WARREN DE LA RUE (CRANFORD, PRÈS LONDRES).

L'Observatoire de Cranford est la propriété de M. Warren de la Rue, un des plus gros fabricants de papier d'Angleterre, et qui a surtout porté ses efforts vers le perfectionnement du papier photographique. Il avait, depuis 1852, dans sa maison de Canonbury, à Londres, un petit Observatoire où il faisait quelques mesures d'étoiles doubles, et où il commença ses travaux de photographie céleste, mais le ciel de Canonbury était très-défavorable, et, en 1857, M. Warren de la Rue fit reconstruire son Observatoire au village de Cranford, à 12 milles à l'ouest de Hyde-Park. Ce nouvel établissement comprend une salle méridienne avec une lunette des passages de Simms et une horloge de Condliffe, de Liverpool, ainsi qu'une tour pour l'équatorial et un laboratoire photographique au-dessous. L'équatorial est un télescope newtonien de 13 pouces d'ouverture et de 10 pieds de distance focale, dont le miroir a été fait par M. Warren de la Rue lui-même; dans ce télescope, ce n'est point un tube cylindrique qui porte le miroir; mais, afin d'éviter les distributions irrégulières de température qu'amène toujours une pareille disposition, celui-ci est porté par quatre tiges de bois formant les arêtes d'un prisme à base carrée et reliées entre elles par des cercles de fer. Un chercheur de 5 pieds de foyer est fixé au télescope.

A l'origine, l'Observatoire de M. Warren de la Rue fut consacré spécialement aux recherches de photographie lunaire. Cette application de la Physique à l'étude du ciel était alors d'invention toute récente. En 1845, MM. Fizeau et Foucault avaient obtenu une photographie du Soleil, et, presque à la même époque, M. Bond, de Cambridge (U.-S.), réussissait à prendre de belles photographies de Véga et de Castor, en même temps que de Vico photographiait la nébuleuse d'Orion, et que le révérend J.-B. Reade obtenait aussi des photographies de Véga à l'Observatoire du docteur Lee, à Hartwell, et à son Observatoire du vicariat de Stone. M. Warren de la Rue se lança de bonne heure dans la même voie (1852), cherchant à perfectionner tout aussi bien la construction des miroirs qui fournissaient les images, la préparation du collodion et du papier qui les recevaient, qu'à améliorer le procédé d'observation.

A Canonbury, M. Warren de la Rue prenait ses photographies sans l'aide d'un mouvement d'horlogerie et en guidant l'instrument à la main. A Cranford, un mouvement de ce genre fut installé. On changea de collodion, on chercha à construire des miroirs ayant la même ouverture avec une longueur focale moindre.

En 1858, M. Warren de la Rue applique le stéréoscope à l'étude photographique de la Lune; le procédé qu'il emploie consiste à photographier la Lune dans des phases assez différentes de sa libration.

L'année 1859 et le courant de 1860 furent surtout occupés par les préparatifs de l'expédition de Rivabellosa, près de Miranda del Ebro (Espagne), destinée à l'observation de l'éclipse totale du Soleil du mois de juillet

1860; M. Warren de la Rue y prit trente et un dessins photographiques de l'éclipse qui ont été fort remarqués.

A son retour, il engagea comme assistant, à Cranford, M. Reynolds, qui l'avait aidé en Espagne.

Cette même année, le photohéliographe de Kew fut transporté à Cranford; l'installation du service météorologique central à Kew et l'encombrement qui en résultait empêchaient, en effet, de l'y employer utilement, et le comité de la Société royale confia ce bel instrument à M. Warren de la Rue, qui pria M. Backley, assistant à l'Observatoire de Kew, de venir l'aider. On fit alors pendant trois ans, à Cranford, à la fois des photographies du Soleil (*fig.* 15) et de la Lune; ces dernières étaient ensuite grandies jusqu'à avoir les dimensions des cartes de Beer et Mädler.

En 1863, le photohéliographe fut ramené à Kew et réinstallé dans son ancien dôme; mais M. Warren de la Rue, d'accord avec M. Balfour Stewart, en conserva la direction supérieure, M. Backley continuant à y observer sous ses ordres.

Les loisirs de M. Warren de la Rue se partagèrent dès lors entre Cranford, où l'on étudiait la Lune, et Kew, où l'on observait assidûment le Soleil. Son attention se portait aussi vers la construction et le perfectionnement des instruments d'Optique; il avait fait construire une machine à polir dont il obtenait les meilleurs résultats et d'ailleurs il étudiait avec soin les miroirs de verre argenté de Steinheil, de Munich, pour les comparer aux miroirs métalliques qu'il faisait lui-même.

En 1865, l'Observatoire de Cranford s'accrut d'un bâtiment destiné à loger un nouvel équatorial provenant de

feu M. Palmieri, et dont l'objectif, de Merz, est un des meilleurs que l'on connaisse. En même temps on y installait un grand réflecteur, qui, avec un grossissement secondaire, permet d'obtenir des photographies du Soleil de 3 pieds de diamètre.

Fig. 15.

Image du Soleil prise au photohéliographe.

Ces divers travaux ont peu à peu fatigué la vüe de M. Warren de la Rue ; aujourd'hui il lui est formellement interdit d'observer par lui-même, et il vient de léguer tous ses instruments à l'Université d'Oxford. Pendant toute la durée de son existence, l'Observatoire de Cran-

ford a d'ailleurs été ouvert à tous les astronomes désireux de profiter de l'expérience difficilement acquise par M. Warren de la Rue, pour pouvoir se livrer ensuite, ailleurs, à des travaux du même ordre. M. Le Sueur, avant de partir pour Melbourne, et le major Tennant, avant ses belles expéditions, y ont travaillé pendant longtemps.

VII.

OBSERVATOIRE DE M. HUGGINS (UPPER TULSE HILL, PRÈS LONDRES).

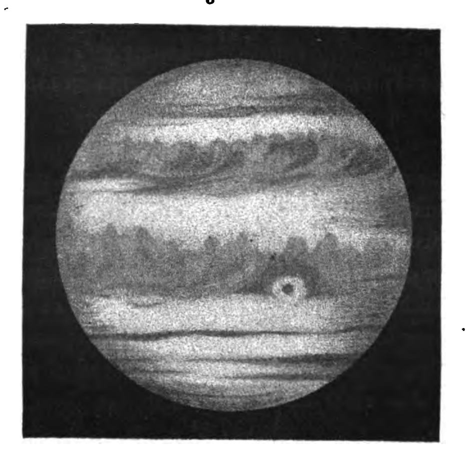
L'Observatoire de M. W. Huggins a été construit en 1855 dans la localité de Upper Tulse Hill, aux environs de Londres. Le bâtiment se compose d'une vaste salle circulaire de 12 pieds de diamètre, élevée à 8 ou 10 pieds au-dessus du sol par des colonnes de fonte, et d'une salle carrée pour la lunette méridienne; les instruments, portés sur de forts piliers en maçonnerie, sont ainsi placés à la hauteur des cottages environnants et dominent tout l'horizon.

En 1856, l'Observatoire de M. W. Huggins possédait un équatorial de Dollond, de 5 pouces d'ouverture et de 5 pieds de longueur focale, et un cercle des passages, de Jones, de 3 pouces d'ouverture et de 45 pouces de longueur focale. L'Observatoire de Upper Tulse Hill étant destiné par son fondateur à des observations physiques des astres, il n'avait besoin que d'un instrument méridien de faible dimension.

Dès que les appareils furent montés et réglés, M. Hug-

gins commença ses travaux en s'attachant à étudier et décrire l'apparence des planètes et en particulier de Jupiter, dont les bandes nuageuses (*fig.* 16) offrent un si grand intérêt. Des dessins de la planète furent faits par toutes les nuits favorables, en 1856, 1858, 1859 et 1860. De ces dessins, l'astronome conclut que les changements de

Fig. 16.



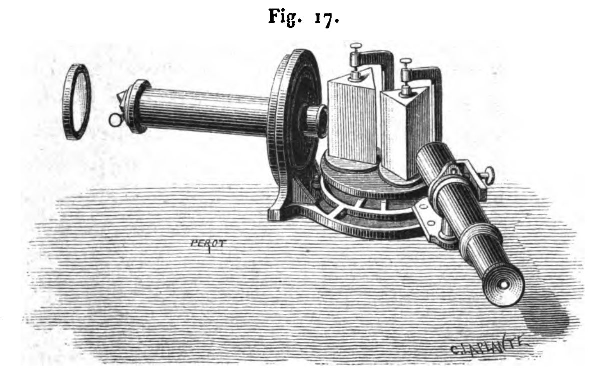
Jupiter.

Jupiter peuvent, à de rares exceptions près, être attribués à la rotation de la planète.

Le beau Mémoire de Kirchhoff, sur les spectres des métaux et la constitution physique du Soleil, vint, en 1860, donner un essor imprévu aux travaux de l'Observatoire de Upper Tulse Hill. M. Huggins songea immédiatement à appliquer aux étoiles, que bien des caractères

rapprochaient déjà du Soleil, une méthode d'étude analogue à celle du savant professeur de Berlin. On savait déjà, par les anciennes observations de Fraunhofer, que le spectre prismatique de la lumière des étoiles présente quelques lignes noires ; mais la position de ces raies n'avait pas été mesurée avec assez d'exactitude pour qu'il fût

Fig. 17.



Spectroscope de M. Huggins.

possible de les identifier avec les lignes brillantes du spectre des vapeurs métalliques incandescentes. Le travail de l'ancien Directeur de l'Institut optique de Munich devait donc être repris, poussé plus loin et complété par l'étude d'un plus grand nombre d'étoiles. Quelques difficultés que présentât la question, elles ne rebutèrent point M. Huggins, aidé d'un de ses proches voisins, le professeur Miller. Dans la collaboration qui s'établit entre eux dès 1860, M. Huggins apporta la patience et l'exactitude d'un astronome physicien, M. Miller les connaissances du

chimiste. Pour avoir une échelle type à laquelle le spectre des étoiles pût être comparé, MM. Huggins et Miller étudièrent avec une minutieuse exactitude le spectre de certains gaz rendus incandescents par l'étincelle électrique, et en particulier celui de l'air qui, par le grand nombre de raies qu'il présente, leur paraissait particulièrement propre à remplir leur but.

Pendant ces études préliminaires, on remplaçait l'équatorial de 5 pouces par un équatorial dont l'objectif avait 8 pouces d'ouverture libre et 10 pieds de foyer, et l'on employait un spectroscope coudé (*fig.* 17) dont les deux prismes de flint dense avaient un angle réfringent de 60 degrés, et dont la dispersion était suffisante pour permettre de dédoubler la ligne D. Cet appareil était muni d'une fente étroite, sur laquelle tombait l'image de l'étoile, dilatée en une ligne lumineuse de faible longueur à l'aide d'une lentille cylindrique, ainsi que d'un système de miroirs par lesquels on renvoyait sur une seconde portion de cette même fente la lumière d'une étincelle électrique éclatant dans l'air ou dans un autre gaz.

Les observations astronomiques, commencées en janvier 1862 par l'examen des planètes et des étoiles les plus brillantes du ciel, donnèrent bientôt des résultats importants.

Les dessins fort complets et fort exacts des spectres d'Aldébaran, de Betelgueuse, de β de Pégase..., publiés en 1864, prouvent qu'il y a dans l'atmosphère de la première de ces étoiles des vapeurs d'hydrogène, de sodium, de magnésium, de calcium, de fer, de tellure, de mercure..., et que, dans α d'Orion et β de Pégase, on trouve à peu près les mêmes corps, à l'exception de l'hydrogène.

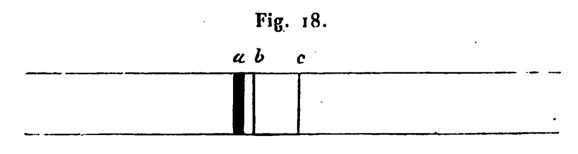
Le spectre de la Lune est identique à celui de la lumière du Soleil, et la plus minutieuse analyse n'y peut faire découvrir aucune ligne nouvelle. D'autre part, quand une étoile s'occulte derrière notre satellite, son spectre tout entier disparaît au même instant, sans avoir subi aucune altération préalable ; la Lune n'a donc aucune atmosphère sensible.

Dans le spectre de Jupiter, on aperçoit quelques lignes nouvelles ; l'atmosphère de cette planète fait donc éprouver à la lumière une absorption élective, et de la position de ces lignes nouvelles, c'est-à-dire de la nature de cette absorption, on a conclu que l'atmosphère de Jupiter renferme de la vapeur d'eau et un gaz encore inconnu.

Pour Mars, l'altération du spectre indique une atmosphère où la vapeur d'eau est abondante.

Enfin, en 1866, MM. Huggins et Miller décrivaient le

Fig. 18.



Spectre de la nébuleuse d'Orion.

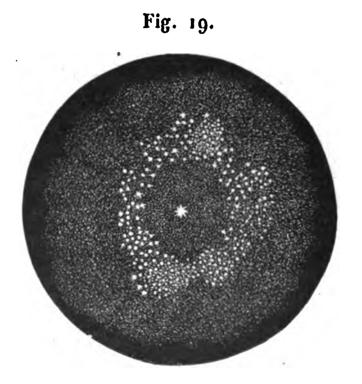
spectre à lignes brillantes de l'étoile temporaire apparue en mai dans la Couronne boréale.

Mais, pour connaître à fond la constitution du système du monde, il ne suffisait pas de s'adresser aux étoiles ou aux planètes, soleils en activité ou éteints : il fallait étudier les nébuleuses, soleils en formation. C'est ce qu'ont

fait MM. Huggins et Miller, et cela dès 1864, pendant qu'ils examinaient et même photographiaient le spectre des étoiles les plus brillantes.

Ils reconnurent ainsi que les nébuleuses non résolubles

Fig. 19.



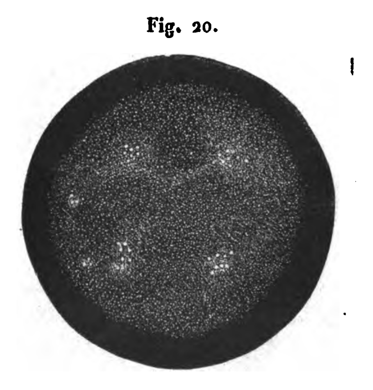
Nébuleuse de l'Hydre.

ont un spectre formé de trois lignes vertes brillantes *a*, *b*, *c* (*fig.* 18), et, par conséquent, sont composées de gaz incandescents, et de plus, d'après la réfrangibilité de ces lignes, qu'elles contiennent l'hydrogène et l'azote : à ce type appartiennent une vingtaine de nébuleuses, parmi lesquelles nous citerons celle du Dragon, d'Orion, de la Lyre, de l'Hydre (*fig.* 19), du Sagittaire (*fig.* 20).... Les nébuleuses résolubles donnent, au contraire, un spectre coloré continu et sont des amas de matière solide. Telle est la grande nébuleuse d'Andromède.

L'apparition de la comète I de 1866 fut, pour MM. Huggins et Miller, l'occasion de porter leur attention sur les

comètes. Elle leur donna un spectre continu traversé par trois lignes brillantes. La comète II de 1867, la comète I de 1868 (comète de Brorsen), la comète II de 1868, la comète III de 1873 (comète Henry, *fig.* 21 et 22), et en

Fig. 20.



Nébuleuse du Sagittaire.

général toutes celles que l'on a pu observer au spectroscope ont, depuis, donné des spectres identiques. Il est donc démontré, par les recherches de M. Huggins, que les comètes ont une lumière propre et réfléchissent, en outre, une portion de lumière solaire.

L'ensemble des travaux que nous venons d'analyser brièvement, et qui suffiraient à honorer un Observatoire public pourvu d'un nombreux et savant personnel mérita, en 1867, à MM. Huggins et Miller, la médaille d'or de la Société royale astronomique. Jamais récompense ne fut plus justement donnée ; l'étude complète et exacte de la lumière des étoiles, la démonstration irréfutable de la

nature gazeuse de certaines nébuleuses et des cometes, sont « des découvertes comme on n'en avait pas faites,

Fig. 21.



Comète Henry et son spectre, le 22 septembre 1873.

en Astronomie, depuis les travaux de Laplace et la découverte de Neptune. »

Encouragés par la haute distinction que venait de leur accorder la Société astronomique, aidés par la Société

Fig. 22.



Comète Henry et son spectre, le 24 septembre 1873.

royale, qui faisait construire pour eux une lunette équatoriale de 15 pouces d'ouverture, MM. Huggins et Mil-

ler ont, depuis 1868, continué et développé leurs études.

Ils se sont appliqués à reprendre et à préciser encore la description du spectre des étoiles et des nébuleuses et à mesurer, d'une manière plus rigoureuse qu'ils n'avaient encore pu le faire, l'intensité de leur lumière propre et la position des lignes de leurs spectres. L'exactitude des procédés de mesure a été poussée si loin que, chose inespérée, MM. Huggins et Miller ont montré, par le changement de réfrangibilité de quelques lignes noires, que le système solaire avait, par rapport aux étoiles, un mouvement rapide de translation, se rapprochant de quelques-unes d'entre elles et s'éloignant de quelques autres. Les nombres eux-mêmes qui donnent la valeur de la vitesse de chacun de ces mouvements ne sont pas encore à l'abri de tout doute et ne doivent être acceptés qu'avec la plus grande réserve ; mais, néanmoins, le problème des mouvements propres des étoiles, qui a fait l'objet des méditations des astronomes les plus célèbres, a reçu, de l'application des procédés de la Physique à l'Astronomie, une solution élégante et qui, avec le temps, acquerra sans doute une précision considérable.

VIII.

OBSERVATOIRE DE M. LOCKYER (HAMPSTEAD).

Quoique de création récente, l'Observatoire de Hampstead est déjà fort célèbre : au mois d'octobre 1868, M. Lockyer y a démontré que les lignes lumineuses des spectres protubérantiels étaient constamment visibles sur

les bords du Soleil, découverte brillante et origine des premières notions un peu précises que nous possédions sur la constitution de cet astre.

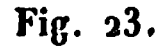
Les premiers travaux de M. Lockyer dont il soit fait mention dans les Recueils astronomiques anglais remontent à 1862. A cette époque, cet astronome était occupé, dans sa résidence de Wimbleton, à dessiner les taches de Mars avec une lunette équatoriale de 6,25 pouces d'ouverture et de 8,50 pieds de distance focale; son but était de découvrir s'il y avait, dans la figure des continents et des mers de Mars, d'autres changements que ceux qui doivent nécessairement provenir des saisons de la planète et de sa position relative par rapport à la Terre.

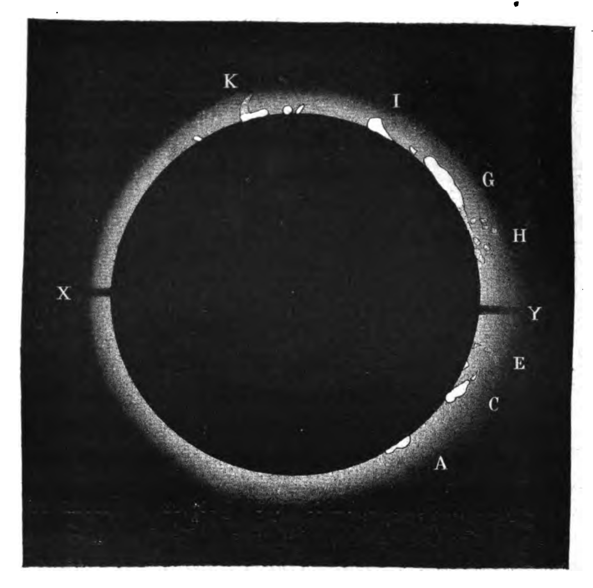
Mars avait été dessinée, la première fois, par Cassini Ier, en 1670, ensuite par Maraldi, en 1704, 1717 et 1719, puis par Beer et Mädler, en 1830 et 1837, et enfin par le R. P. Secchi, en 1858. Ces différents dessins ne concordaient pas parfaitement entre eux; mais cette discordance ne pouvait être invoquée comme une preuve certaine de changements survenus dans la planète, à cause des doutes légitimes que l'on pouvait avoir sur l'exactitude des dessins les plus anciens et aussi parce que les positions relatives de Mars et de la Terre n'étaient point les mêmes aux différentes époques. En 1862, au contraire, ces conditions étaient les mêmes qu'en 1830, en sorte que les dessins devaient être comparables à ceux de Beer et de Mädler.

M. Lockyer trouva, par un examen attentif, qu'il n'était survenu à la surface de Mars aucun changement notable, et que les différences observées par les divers astronomes pouvaient toutes être attribuées à des phéno-

mènes météorologiques ayant leur origine dans la succession des saisons.

En même temps qu'il se livrait à l'observation des planètes et des mouvements de leurs satellites, l'attention de


Fig. 23.

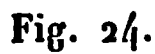


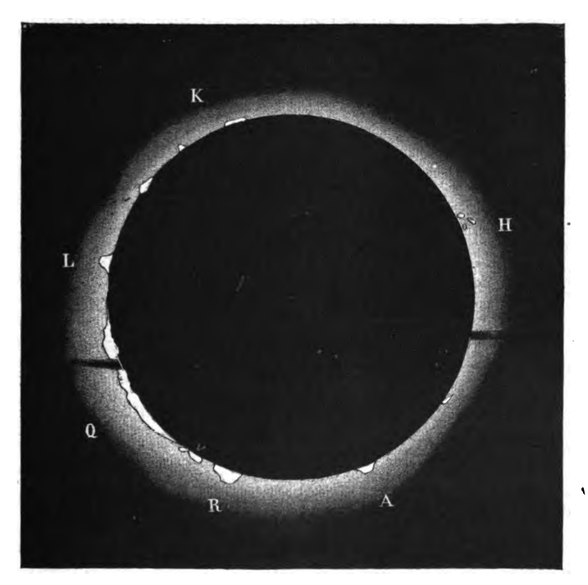
Éclipse de 1860. Photographie prise aussitôt après le commencement de la totalité.

M. Lockyer était portée sur l'aspect physique du Soleil, mais sans que cette étude le conduisît alors à des résultats bien saillants.

Le problème qu'il avait abordé, la cause de la forma-

tion des taches, était d'ailleurs des plus difficiles et, aujourd'hui encore, il est loin d'être résolu d'une manière tout à fait satisfaisante. Notons cependant que, dès 1865, l'astronome anglais admettait que la masse du Soleil était


Fig. 24.



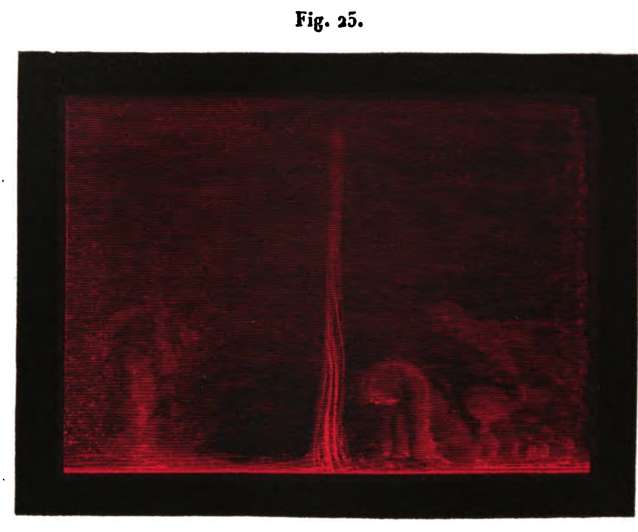
Éclipse de 1860. Photographie prise un peu avant la fin de la totalité.

tout entière gazeuse, que les taches étaient produites par des courants gazeux dirigés vers le centre du Soleil et soupçonnait que le spectroscope devait pouvoir montrer en tout temps les protubérances sur le bord du Soleil.

Les éclipses totales de Soleil de 1842, 1856 et 1860 avaient commencé à faire connaître avec assez d'exactitude ces saillies de forme irrégulière qui apparaissaient sur le bord obscur de l'astre au moment de la totalité, et que l'on appelle des *protubérances* (*fig.* 23 et 24); on avait sinon la preuve matérielle, du moins la certitude morale que ces montagnes rosées appartenaient au Soleil et étaient une dépendance de sa surface. Dans nombre d'écrits, on les comparait à des flammes, et la plupart des astronomes, MM. Swan et Steward, Stoney, Lockyer, avaient la conviction que ces corps étaient des flammes ayant une existence réelle et constante sur le Soleil; par conséquent, il devait être possible de trouver un procédé qui les montrât constamment sur les bords de cet astre, sans attendre la circonstance exceptionnelle d'une éclipse totale.

M. Lockyer surtout avait épousé cette idée avec ardeur et essayé bien des fois, malheureusement sans succès, d'arriver à la vision de ces flammes roses. La présence des protubérances en un point déterminé du bord solaire devant nécessairement produire une altération dans le spectre de la lumière émise par ce point, il avait vainement, dès 1866, et à l'aide d'un spectroscope à faible dispersion, essayé de voir les protubérances. Pensant que son insuccès pouvait être attribué à la faiblesse de son instrument, il sollicita et obtint, en 1867, de la Société royale, la somme indispensable à la construction d'un spectroscope à plusieurs prismes très-dispersifs. Diverses circonstances ayant retardé la fabrication de cet appareil, il ne fut prêt qu'à la fin d'octobre 1868, à l'époque où parvenait en Angleterre le résumé des résultats spectroscopiques obtenus, pendant l'éclipse totale du 19 août

Fig. 25.



Protubérances dessinées au spectroscope.

Fig. 26.

Protubérances dessinées au spectroscope.

1868, par l'expédition française de la presqu'île de Malacca. Armé de son nouvel instrument, M. Lockyer réussit immédiatement (1) à voir sur le bord du Soleil le spectre des protubérances.

L'astronome de Hampstead était dès lors en possession d'une nouvelle méthode d'observation, et l'on sait tout le riche parti qu'il en a tiré.

C'est d'abord la mesure exacte de la réfrangibilité des lignes du spectre des protubérances, détermination qui a permis de démontrer qu'elles étaient formées de jets d'hydrogène incandescent entraînant des vapeurs de magnésium, de sodium, de nickel, de fer..., et enfin une substance encore inconnue, caractérisée par une ligne jaune très-brillante, que les astronomes anglais ont nommée l'*helium*. C'est ensuite la mesure de la vitesse de ces courants gazeux, par le changement de réfrangibilité que produit leur mouvement; mais ici il y aurait peut-être quelques réserves à faire sur les chiffres obtenus par M. Lockyer. Enfin nous devons encore à MM. Lockyer et Frankland une détermination approchée de la pression de la couche gazeuse dans laquelle flottent les protubérances. Notons encore que, en élargissant la fente du spectroscope, on peut voir les protubérances avec leurs formes si variables (*fig.* 25 et 26) et leurs transformations si rapides.

---

(1) On sait que, pendant l'obscurité totale, M. Janssen, qui observait à Guntoor, « fut frappé du vif éclat des raies protubé» rantielles : la pensée lui vint aussitôt qu'il serait possible de » les voir en dehors des éclipses, » conjecture qu'il fut assez heureux pour vérifier le lendemain, 20 août, à la première éclaircie qui suivit l'éclipse, découvrant ainsi une méthode remarquable pour l'étude des protubérances solaires.

Mais tout récemment, en 1872, M. Lockyer et M. Seabroke, son collaborateur actuel, sont allés beaucoup plus loin encore; ils ont réellement réussi à produire à volonté des éclipses artificielles de Soleil. Leur procédé est des plus simples: en avant du foyer principal de l'objectif de la lunette, on place une lentille convexe qui raccourcit le foyer et qui, suivant ses positions par rapport à l'objectif, réduit le diamètre de l'image du Soleil d'une quantité variable; cette seconde lentille peut donc servir à corriger les variations du diamètre apparent de l'astre et à donner à son image un diamètre constant toujours égal à celui d'une plaque circulaire de cuivre sur laquelle on fait tomber l'image et qui remplace ici le disque de la Lune. En faisant varier convenablement la position de la lentille convexe, on arrive à donner à l'image du Soleil un diamètre au plus égal à celui de la plaque de cuivre; on se trouve alors dans les conditions d'une éclipse totale, et la chromosphère déborde seule sur le diaphragme. L'image de cette chromosphère est alors projetée sur le plan de la fente d'un spectroscope et y forme un trait circulaire que l'on regarde à travers un système de larges prismes. La lumière de la chromosphère n'étant décomposable par les prismes qu'en un petit nombre de rayons, on en obtient une série d'images rouges, bleues..., qui peuvent être examinées à la loupe ou photographiées.

Par ce procédé, que MM. Lockyer et Seabroke perfectionnent encore aujourd'hui, ces deux savants ont pu, en décembre 1872, obtenir plusieurs dessins de l'atmosphère solaire avec toutes ses protubérances.

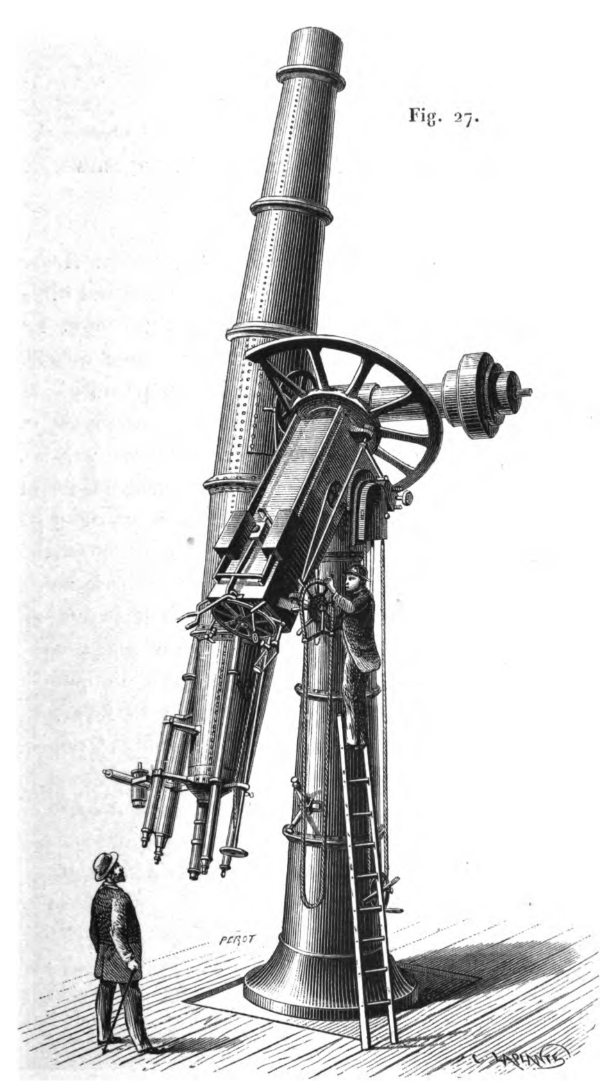


Fig. 27.

Équatorial de M. Newall.

IX.

OBSERVATOIRE DE M. NEWALL (GATESHEAD, PRÈS NEWCASTLE).

Pour son grand télescope, *le Léviathan,* lord Rosse avait préféré les miroirs aux objectifs, à cause des difficultés que présente la fabrication de ces derniers. La construction d'un objectif de grande dimension est-elle donc impossible? C'était une œuvre à entreprendre, car les réfracteurs sont d'un maniement plus commode et d'une stabilité plus grande que les réflecteurs; par ses difficultés mêmes, cette entreprise tenta un riche négociant anglais, M. Newall, de Gateshead (1). Au mois de septembre 1863, il commanda à M. Cooke, d'York, constructeur, qui venait de se signaler par le grand cercle méridien transportable de 5 pieds de foyer qu'il avait livré au *Great trigonometrical Survey of India,* un gigantesque équatorial (*fig.*27), dont l'objectif aurait 25 pouces ($0^m,63$) d'ouverture et 29 pieds ($8^m,94$) de foyer. Le plus grand équatorial alors connu avait au plus 15 pouces français ($0^m,41$) d'ouverture.

Dans quelques années nous aurons sans doute, en France, une lunette équatoriale plus gigantesque encore. En effet, depuis 1855, l'Observatoire possède un disque

---

(1) M. Newall est le propriétaire de l'usine de câbles sous-marins et de cordons métalliques la plus importante du monde entier. Gateshead est situé au nord de l'Angleterre, près de Newcastle, dans le Northumberland.

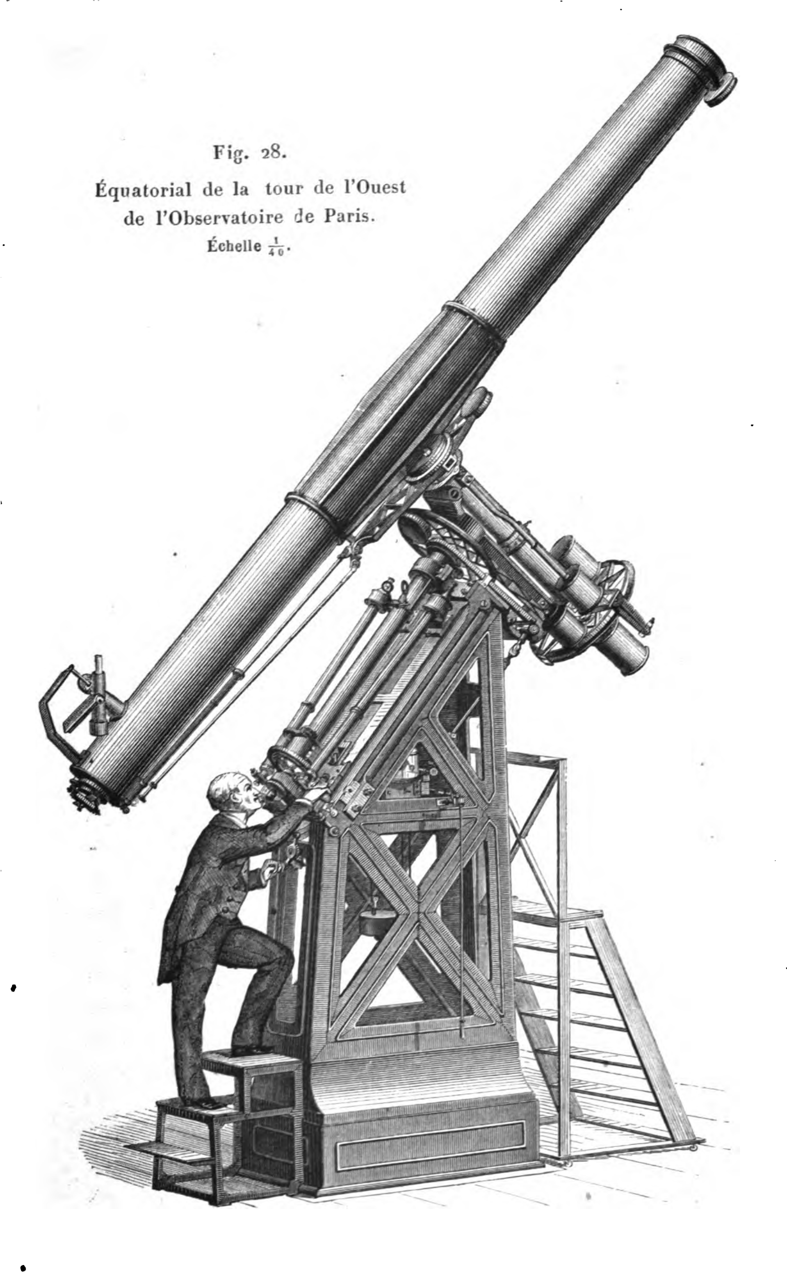


Fig. 28.
Équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris.
Échelle $\frac{1}{40}$.

de flint et un disque de crown dont les dimensions sont suffisantes pour faire un objectif de 75 centimètres de diamètre, et en 1868 la Chambre a voté un crédit de 400 000 francs pour la construction de cette grande lunette et d'un télescope de $1^m,20$ d'ouverture. Le miroir du télescope, dont le travail a été confié à M. Martin, est aujourd'hui presque terminé et la monture, qui se construit sous la direction de M. Wolf, est également fort avancée; la taille de l'objectif commencera prochainement; on peut donc espérer que, malgré toutes les difficultés d'une entreprise qui effrayait Foucault, les astronomes français auront bientôt à leur disposition ces deux puissants appareils. Mais actuellement les plus grands équatoriaux (réfracteurs) que possède la France sont: l'équatorial de la tour de l'ouest de l'Observatoire de Paris (*fig.* 28) dont l'objectif a $0^m,32$ d'ouverture et 5 mètres de foyer, et le nouvel équatorial de Marseille (*fig.* 29) dont l'objectif a $0^m,25$ d'ouverture et 3 mètres de foyer.

Quoi qu'il en soit, après un travail assidu de cinq ans, MM. Cooke et fils ont livré à M. Newall le splendide instrument qui leur avait été commandé; l'objectif paraît d'une excellente qualité optique, et ses défauts ne sont pas plus grands que ceux des objectifs de taille moyenne. Le tube, en tôle d'acier rivée et offrant la forme générale d'un cigare, est composé de six tronçons reliés entre eux par des broches; sa partie centrale ayant un diamètre plus grand que les extrémités et la tôle y étant plus épaisse, il est excessivement rigide. A son intérieur est un autre tube de zinc déterminant avec lui un espace annulaire, où passe un courant d'air rapide, de façon à éviter tout échauffement de l'intérieur de la lunette.

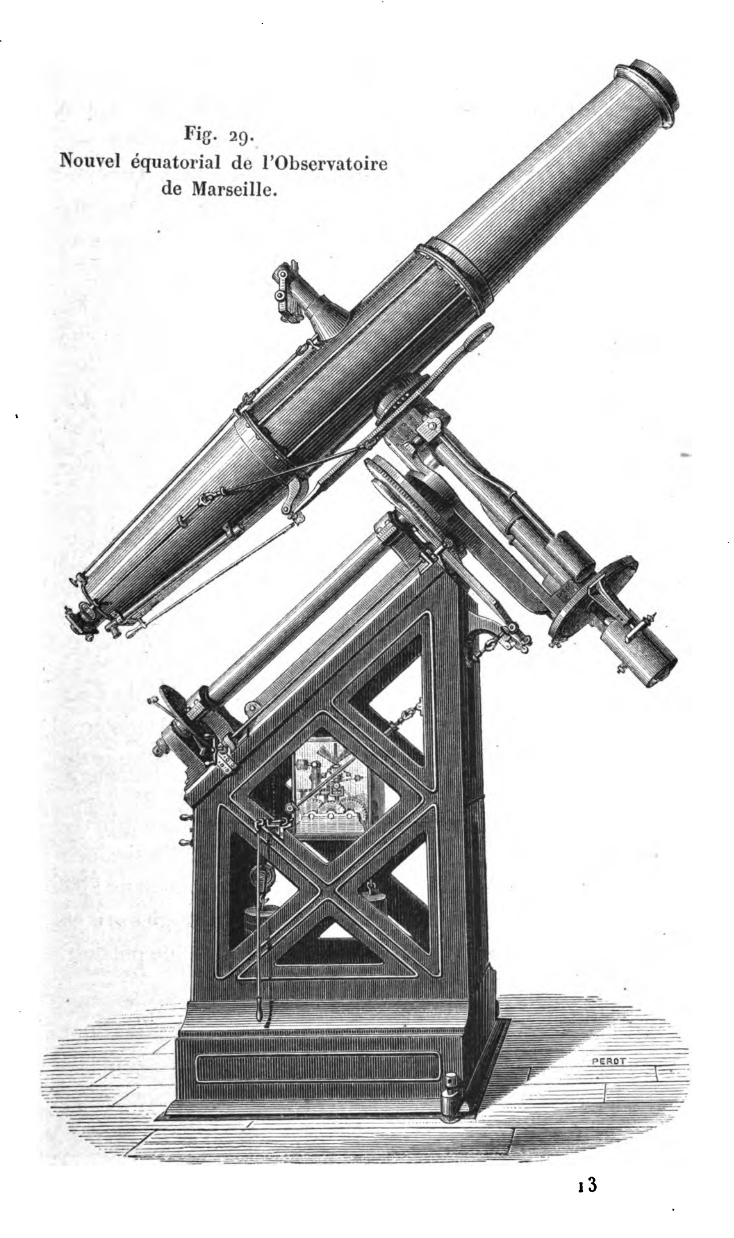


Fig. 29.
Nouvel équatorial de l'Observatoire de Marseille.

13

Celle-ci est montée à la manière allemande (*fig.* 27), à l'extrémité d'un axe perpendiculaire sur un second, parallèle à l'axe du monde et auquel il est fixé. Une colonne de fer de 9 mètres de haut et de $1^{m},60$ de diamètre forme le pied de l'instrument; un mouvement d'horlogerie, à échappement de pendule, d'une uniformité remarquable, entraîne tout l'appareil, dont le poids total est de 9144 kilogrammes, pour lui faire suivre le mouvement diurne du ciel.

Les graduations du cercle horaire et du cercle de déclinaison, ainsi que le champ et les fils du micromètre, sont éclairées par des tubes de Geissler; les lectures se font à l'aide de microscopes micrométriques.

Un cercle méridien de 7 pouces d'ouverture, et par suite de dimensions à peu près égales à celles du grand cercle méridien de Greenwich (celui-ci a 8 pouces), accompagne l'équatorial.

Équatorial et cercle méridien ont été envoyés à Gateshead, dans la résidence de M. Newall, mais ils n'y doivent pas rester; le ciel toujours un peu brumeux d'Angleterre ne permettrait pas d'utiliser toute la puissance optique de l'instrument. M. Newall destine ces beaux appareils à l'île de Madère, où ils seront confiés à M. Marth, si expérimenté dans l'usage des grands instruments par l'assistance qu'il a donnée à M. Lassell pendant son séjour dans l'île de Malte. Actuellement, ils sont encore en Angleterre et M. Marth les emploie à dresser la carte d'une portion de la voie lactée.

X.

OBSERVATOIRE DU COLLÉGE DE STONYHURST (STONYHURST).

Stonyhurst est un hameau, à 28 kilomètres sud-est de Lancastre dans la partie occidentale de la côte d'Angleterre, où la société de Jésus a fondé, il y a de longues années, un collége devenu très-célèbre. Stonyhurst a l'avantage d'avoir un horizon bien défini et complétement libre, tout aussi bien au nord qu'au sud; le climat y est d'ailleurs relativement beau et le voisinage de la mer y assure la transparence de l'atmosphère. Aussi, dès 1838, les Pères Jésuites établirent-ils, sur un petit monticule, au centre du parc du collége, un Observatoire destiné aux observations astronomiques et météorologiques.

Le bâtiment se compose d'une tour octogonale de 7 pieds de diamètre, flanquée de quatre salles rectangulaires de 10 pieds de longueur sur 8 de largeur, dirigées vers les quatre points cardinaux. La tour centrale est surmontée d'un dôme qui abrite une lunette équatoriale dont l'objectif a 4 pouces d'ouverture libre et 5 pieds 6 pouces de distance focale. La salle orientale contient un cercle méridien de 2 pieds 6 pouces de distance focale, et la salle occidentale une lunette méridienne dont l'objectif a 3 pouces d'ouverture et 3 pieds 6 pouces de distance focale. Tous ces instruments sont de Jones. L'établissement possède en outre deux pendules sidérales.

Pendant longtemps l'Observatoire astronomique de Stonyhurst, malgré les ressources dont il disposait, resta improductif et servit seulement à l'instruction ou à l'agrément

des Pères Jésuites; cependant, en 1848, le R. P. Alfred Weld y observa les taches solaires, mais il faut attendre 1850 pour que la position géographique de l'Observatoire soit déterminée. La mesure de la longitude a été faite par le R. P. Weld et M. Hartnup, à l'aide du transport d'une série de chronomètres de Stonyhurst à l'Observatoire de Liverpool; la latitude a été déterminée directement par des observations d'étoiles circumpolaires.

En 1867, l'Observatoire reçut un accroissement considérable. Les directeurs du collége firent l'acquisition d'un équatorial de 3 pouces d'ouverture, qui avait appartenu à M. Peters, et construisirent pour le recevoir un nouvel Observatoire qui fut bâti à environ 70 mètres (75 yards) de l'ancien. Il comprend, outre le dôme central de l'équatorial, une salle méridienne de 10 pieds carrés, contenant le cercle méridien dont nous avons parlé plus haut, et une chambre noire de 10 pieds sur 12, consacrée aux études de spectroscopie sidérale. Dans ce but, l'équatorial a été muni d'un spectroscope à vision directe par M. Browning lui-même, et six prismes achetés chez Hoffmann, à Paris, ont été confiés à MM. Troughton et Simms pour qu'ils fassent un second spectroscope. Enfin les deux Observatoires ont été reliés l'un à l'autre par un fil télégraphique.

Les instruments ne restèrent d'ailleurs plus inoccupés, et l'on fit à Stonyhurst un grand nombre d'observations physiques de la surface de la Lune, des mesures de diamètre de planètes, des observations de comètes et des mesures micrométriques d'étoiles doubles. Quant aux observations météorologiques, elles avaient été faites avec beaucoup de soin et d'une façon continue depuis la fon-

dation de l'Observatoire avec des instruments soigneusement comparés à ceux de Kew et de Greenwich.

En 1867, Stonyhurst, ayant été choisi par le *Board of Trade* comme une des trois stations météorologiques d'Angleterre, reçut une collection complète d'instruments météorologiques enregistreurs, thermomètres, baromètres et anémomètres. Comme à Glasgow, les observations ont été commencées le 1er janvier 1868 et les résultats sont transmis à l'Observatoire de Kew.

L'Observatoire de Stonyhurst fait en outre, depuis neuf ans, des observations magnétiques régulières, qui sont ensuite réduites pour obtenir les inégalités annuelles. Le service magnétique est actuellement le plus complet de l'établissement et l'Observatoire magnétique forme un bâtiment spécial construit dans une portion retirée du parc du collége.

Lorsque le collége eut reçu, en 1867, de la Société royale, des instruments magnétiques enregistreurs, on ajouta à l'ancien Observatoire magnétique deux salles souterraines : l'une qui contient les piliers des trois magnétographes et ceux des deux lunettes d'observations, l'autre est la chambre noire destinée à l'inscription photographique des observations.

Depuis le 1er janvier 1868, la déclinaison, les deux composantes horizontale et verticale de l'intensité du magnétisme terrestre s'inscrivent photographiquement d'une façon continue.

Toutes ces observations sont transmises à l'Observatoire central de Kew.

Enfin, en 1870, l'Observatoire du collége de Stonyhurst se lança plus résolûment encore dans les études d'Astrono-

mie physique. Un nouveau spectroscope, construit sur le modèle de celui de M. Huggins (*fig.* 14), arriva des ateliers de M. Simms et fut adapté à un télescope de Cassegrain monté altazimutalement; en même temps, une grande cave voisine de la salle équatoriale fut disposée pour servir de chambre des piles, afin de permettre la comparaison des spectres des astres aux spectres des différents métaux sans que les instruments soient le moins du monde soumis aux vapeurs acides.

De plus, tout en continuant à faire servir l'équatorial à des mesures d'étoiles doubles et à l'étude des protubérances solaires, on lui a adapté, en 1871, un appareil photographique qui permet d'obtenir une série pour ainsi dire continue de photographies du Soleil, et qui rend ainsi visibles et conserve tous les groupes de taches apparus et tous les changements auxquels ils ont été soumis.

Ajoutons enfin que chaque année le collége de Stonyhurst envoie sur le continent un certain nombre de ses professeurs, chargés de faire une espèce de géodésie magnétique (*magnetic Survey*), une sorte de relevé magnétique d'une contrée déterminée. C'est ainsi qu'ont été étudiées d'abord les côtes occidentales de la France et, l'an dernier, la Belgique tout entière.

XI.

OBSERVATOIRE DE L'ÉCOLE DE RUGBY (RUGBY).

Cet Observatoire a été fondé tout récemment, en 1872, à la mémoire de l'évêque actuel d'Exeter, dernier chef supérieur de l'école de Rugby.

L'Observatoire de Rugby est bien plutôt une sorte d'annexe complémentaire de l'école, une sorte de laboratoire astronomique, où les étudiants peuvent compléter leurs études théoriques, qu'un Observatoire véritable. Il se compose actuellement de deux salles d'observations : l'une qui contient un équatorial de 8,25 pouces d'ouverture, construit par Alvan Clark, et un télescope réflecteur de 12 pouces, sortant des ateliers de M. With ; l'autre est une chambre noire pour les observations spectroscopiques.

MM. Wilson et Seabroke, professeurs à l'école de Rugby, dirigent les travaux de ce petit établissement et surveillent l'éducation astronomique des étudiants. Ils font, en outre, un certain nombre d'observations : ainsi M. Seabroke étudie régulièrement le spectre des protubérances solaires, et en compare les raies avec celles que donne la flamme de l'hydrogène ou de l'azote à différentes pressions, et, de concert avec M. Wilson, il fait un grand nombre de mesures d'étoiles doubles.

Nous avons parlé de cet Observatoire, malgré son peu d'importance actuelle, pour montrer combien il est facile de créer un établissement utile avec de faibles ressources ; en France, bien certainement, nombre de Facultés pourraient suivre cet exemple, et préparer le recrutement, si difficile aujourd'hui, de notre personnel astronomique.

XII.

OBSERVATOIRE DU COLLÉGE DE DOWNSEDE (PRÈS BATH).

Cet établissement, que les directeurs de *Downsede College* avaient enrichi peu à peu, et qui, comme l'Observa-

toire de Rugby, servait surtout à l'instruction des élèves, a été entièrement détruit par le feu le 21 janvier 1867.

Il possédait un télescope, monté équatorialement, de 14,5 pouces d'ouverture, un cercle méridien de dimensions moyennes et plusieurs autres instruments moins considérables; l'ensemble des frais nécessités par l'achat de ces instruments se montait à 3000 livres (75000 francs). Le collége de Downsede, quoique prospère, ne pourra peut-être pas avant quelques années recommencer des frais aussi considérables : sa vie astronomique subira donc probablement une interruption assez longue.

XIII.

OBSERVATOIRE DE M. J.-G. BARCLAY (LEYTON, PRÈS LONDRES).

L'Observatoire de Leyton appartient à M. Joseph Gurney Barclay, Membre de la Société royale. Il est bâti sur la terrasse qui surmonte sa résidence de Leyton, comté d'Essex, à 6 milles environ au nord-est de la cité de Londres, par 51°34′34″ de longitude nord et 0″,87 de longitude ouest. Il se compose de deux salles rectangulaires voisines l'une de l'autre.

L'une d'elles, surmontée par un dôme tournant, sert à abriter un équatorial. C'est un instrument de T. Cooke, d'York; l'objectif, de 10 pouces d'ouverture et 12 pieds de distance focale, donne des images d'une grande netteté; il est muni d'un chercheur de 3 pouces d'ouverture et 3 pieds de longueur focale, qui montre les étoiles jusqu'à la 9e grandeur; et, disposition assez rare, mais qui présente certains avantages, la pendule d'observation sert de

mouvement d'horlogerie pour entraîner tout l'appareil quand il est nécessaire. Cet équatorial possède un micromètre à fils et un micromètre annulaire. C'est l'instrument important de l'Observatoire.

A côté de cette salle en est une autre plus petite renfermant un petit cercle méridien de MM. Troughton et Simms, de 4 pieds 4 pouces de distance focale et de 4 pouces d'ouverture.

Le premier observateur de Leyton fut M. Hermann Romberg, de Berlin, dont l'éducation astronomique avait été faite par Encke, et qui y resta depuis 1862 jusqu'en 1864. Il s'occupa surtout de la réobservation des étoiles doubles du Catalogue de Struve, des petites planètes et des comètes récemment découvertes, et les résultats de ses observations furent publiés en 1865 aux frais de M. Barclay.

En 1864, M. Romberg quitta Leyton pour retourner à Berlin, où il venait d'être nommé assistant.

Sur la recommandation de M. Hind, M. Barclay prit pour lui succéder M. C.-G. Talmage, d'abord directeur de l'Observatoire de M. Coventry, à Londres, puis de celui de M. Bishop, à Twickenham, et qui s'était fait remarquer par une étude soignée du disque solaire.

M. Talmage abandonna complétement les petites planètes pour se consacrer entièrement à l'observation des étoiles doubles du Catalogue de Struve, à l'observation de nouvelles comètes et à l'étude suivie des phénomènes que présentent les satellites de Jupiter, sujet instamment recommandé par l'astronome royal. Ses observations, de 1865 à 1869, ont été publiées aux frais de M. Barclay sous le titre : *Leyton astronomical observations*, 1865-1869.

XIV.

OBSERVATOIRES DE LORD WROTTESLEY (BLACKNEATH ET WROTTESLEY HALL).

Né le 5 août 1798, John Wrottesley fit ses études et prit ses grades universitaires au collége d'Oxford. Membre fondateur de la Société royale astronomique, il soutint sir James South et Francis Baily dans leur lutte en faveur d'une réforme du *Nautical Almanac;* portant d'ailleurs un vif intérêt à l'Astronomie pratique, il fonda, en 1829, un Observatoire à Blackneath, à un demi-mille environ de l'Observatoire royal de Greenwich (1).

Les constructions furent terminées en 1831, et, dans le printemps de l'année suivante, Wrottesley, assisté par M. Hartnup, devenu depuis directeur de l'Observatoire de Liverpool, commença les observations; il n'y avait alors à Blackneath qu'un petit instrument des passages, de Jones, de 5 pieds de distance focale et de 4 pouces d'ouverture, et une pendule de Hardy. Le programme des travaux possibles était donc tout tracé; John Wrottesley choisit, dans le Catalogue de la Société royale astronomique (comprenant 2881 étoiles), 1318 étoiles de 6e ou 7e grandeur, dans le but d'en déterminer les ascensions droites aussi exactement que possible. A cet effet, chacune

---

(1) Lord Wrottesley utilisa cette proximité pour obtenir la différence de longitude entre son Observatoire et celui de Greenwich, en observant la chute du Time-Ball de l'Observatoire royal. Il trouva ainsi 2^s,91 de longitude à l'est de Greenwich.



d'elles fut observée jusqu'à dix et douze fois, si bien que la formation du Catalogue nécessita 12007 observations. Le Catalogue de John Wrottesley, publié dans le volume X des *Mémoires de la Société royale astronomique* (1336), valut à son auteur la médaille d'or.

Ayant succédé à son père dans sa baronnie et devenu Lord d'Angleterre (1841), John Wrottesley résolut de transporter son Observatoire dans sa résidence de Wrottesley Hall; et, le 29 mars 1842, il en posa la première pierre. Outre l'instrument des passages de Blackneath, ce nouvel établissement devait posséder un équatorial de Dollond de 11 pieds de foyer et 8 pouces d'ouverture, pour les observations extra-méridiennes des planètes et des comètes.

Après avoir déterminé la position de son nouvel Observatoire et s'être exercé au maniement de ce bel instrument, lord Wrottesley voulut déterminer les parallaxes d'un certain nombre d'étoiles recommandées par William Herschel, et en particulier de 32 *Éridan* et 95 *Hercule*. Il consacra six ans à ce travail (février 1843 à octobre 1849); mais ses efforts ne furent pas couronnés de succès, et il ne réussit qu'à prouver l'excessive difficulté des recherches de ce genre.

Lord Wrottesley se remit alors aux observations méridiennes, et du 1er janvier 1850 au 24 décembre 1853 il fit, avec son assistant Richard Philpott, les observations nécessaires à la formation d'un nouveau Catalogue de 1009 étoiles.

Lord Wrottesley retourne alors à l'équatorial, et cherche à déterminer les orbites d'un certain nombre d'étoiles doubles. Ce sujet difficile fut le dernier dont il s'occupa.

Les résultats qu'il obtint sont consignés dans le *Catalogue of the positions and distances of* 398 *double stars,* l'un de ses plus beaux travaux. En règle générale, dix mesures, soit en position, soit en distance, étaient faites chaque nuit sur le même objet; les résultats obtenus pour chaque étoile, dans les différentes nuits, ont été publiés à part, ainsi que la moyenne de toutes les mesures de la même année.

Lord Wrottesley mourut dans sa résidence le 27 octobre 1867, à l'âge de soixante-neuf ans. L'un de ses fils continue les traditions astronomiques de son père.

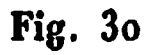
XV.

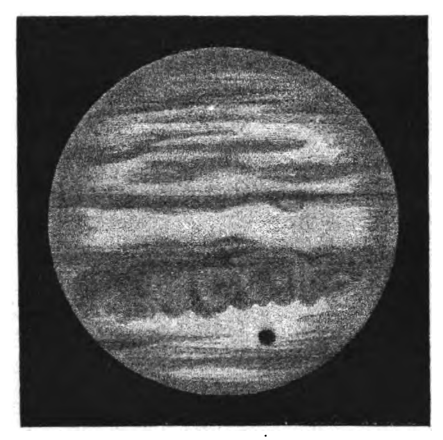
OBSERVATOIRE DE M. BUCKINGHAM (EAST DULWICH, LONDON).

L'Observatoire de M. Buckingham, quoique de fondation récente (il ne date que de cinq ou six ans), est néanmoins riche en beaux instruments. Outre une grande lunette dont l'objectif a 21 pouces d'ouverture, l'Observatoire de M. Buckingham possède un instrument méridien, de Troughton et Simms, dont la lunette a 3 pouces d'ouverture, un bon chronographe, une excellente pendule sidérale et un équatorial, de Secrétan, de 9 pouces d'ouverture, dont le mouvement d'horlogerie est dû à Foucault.

On fait plutôt, à East Dulwich, des observations physiques que des observations de mesures. On y observe avec soin l'aspect des différentes planètes, et la puissance de la grande lunette a permis de fournir, sur l'aspect que présentent les planètes Jupiter et Mars (*fig.* 30, 31 et 32)

des renseignements fort curieux; de même, on examine avec soin la surface du Soleil, les granules brillants en particulier (grains de riz, *fig.* 12 et 13), et celle de la Lune.


Fig. 30



Jupiter et l'ombre d'un de ses satellites.

Enfin, tout récemment, M. Buckingham a commencé une série de mesures d'étoiles doubles, qu'il se propose de continuer avec assiduité.

XVI.

OBSERVATOIRE DE M. R. WORTHINGTON (CRUMPSALL-HALL, PRÈS MANCHESTER).

A l'origine, et pendant les quelques années qui ont suivi sa création, l'Observatoire de Crumpsall-Hall ne servit

guère à M. Worthington qu'à regarder lui-même et montrer à ses hôtes et à ses amis les objets remarquables du ciel : le seul instrument que possédait alors cet établis-


Fig. 31



Mars. Hiver de l'hémisphère nord.

sement était une bonne lunette achromatique de 70 pouces de foyer et 5 pouces d'ouverture, montée parallactiquement. Cependant, en 1848, MM. Worthington et Baxendell s'en servirent pour faire des observations curieuses sur la variabilité de l'étoile λ d'*Hercule*.

Vers 1855, M. Worthington, ayant acquis un télescope newtonien de 13 pouces d'ouverture, s'attacha plus particulièrement M. Baxendell ; et, dès lors, son Observatoire produisit une série de travaux utiles, quoique sans prétention. M. Baxendell, n'ayant à sa disposition aucun

instrument méridien qui pût lui donner le temps et lui permettre de faire des mesures absolues, se consacra à l'étude des étoiles variables et à la détermination de leurs

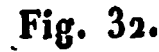


Fig. 32.



Mars. Été de l'hémisphère nord.

éléments. C'est là, d'ailleurs, la tradition des La Caille, des Flaugergues, et de tous ceux qui ont voulu faire quelque chose d'utile avec de faibles ressources.

Depuis lors, M. Baxendell, tant à Crumpsall qu'à Cheetham-Hill, mais toujours avec les mêmes instruments, a déterminé les éléments des étoiles variables : α d'Hercule, R du Lion, 30 d'Hercule, U des Gémeaux, R du Sagittaire, T de la Couronne, T du Serpent, T du Bouvier, S du Dauphin (il avait découvert la variabilité de ces trois étoiles en 1860). Ces observations, sans être très-

difficiles, exigent beaucoup d'attention, de temps et de persévérance; on s'en convaincra à l'inspection des chiffres suivants, qui donnent les durées moyennes des périodes d'éclat de certaines étoiles variables que M. Baxendell a étudiées :

R Sagittaire.........	70,88	jours.
α Hercule...........	88,50	»
R Lion.............	312,23	»
T Serpent...........	340,50	»

Depuis quelques années M. Baxendell, auquel les affaires laissent actuellement plus de loisir, a étendu le champ de ses observations; et sans abandonner l'étude des étoiles variables, si importante au point de vue des théories futures sur la constitution de l'univers, il se livre à une série continue d'observations sur les taches solaires, observations destinées à contrôler et appuyer celles de M. R. Wolf à Zurich et de M. Warren de la Rue à Kew.

XVII.

OBSERVATOIRE DE M. I. FLETCHER (TARN-BANK, CUMBERLAND).

Construit au commencement de 1848, l'Observatoire de M. Isaac Fletcher est un modèle d'établissement astronomique ayant en vue un objet déterminé et employant pour atteindre son but les moyens les plus simples.

Fondé pour l'observation d'un certain nombre de systèmes multiples, choisis dans le *Cycle* de l'amiral Smyth, l'Observatoire de Tarn-Bank se compose d'une tour octo-

gonale en pierre, de 18 pieds de hauteur et de 14 pieds de diamètre, recouverte par un dôme hémisphérique, protégeant un équatorial de Thomas Cooke, d'York, qui, malgré ses faibles dimensions, est d'une puissance optique remarquable.

L'objectif a 6 pieds de foyer et 4 pouces d'ouverture; monté suivant le système adopté par Dollond, l'instrument est porté à l'extrémité d'un axe polaire de 9 pieds de long et équilibré à l'autre extrémité par un contre-poids convenable. Les cercles de déclinaison et d'ascension droite ont 20 pouces de diamètre et sont gradués sur argent; les lectures s'y font à l'aide de verniers qui donnent les deux secondes de temps et la demi-minute d'arc, approximation bien suffisante, puisqu'ici les cercles gradués ne doivent servir qu'à permettre à l'observateur de diriger aisément l'instrument vers un point déterminé du ciel. La lunette de l'équatorial est munie de sept oculaires négatifs, dont les grossissements varient depuis 45 jusqu'à 350, auxquels on peut adjoindre deux lentilles augmentant le grossissement jusqu'à 400 et à 500; elle possède, en outre, six oculaires positifs armés de micromètres à fils de précision graduée, et dont les grossissements varient de 40 à 420.

Avec cet équatorial, M. Fletcher sépare aisément les deux compagnons de τ d'Orion et l'étoile 36 d'Andromède, preuve que donnait sir J. Herschel de l'excellence de sa lunette achromatique de 7 pieds de foyer et 5 pouces d'ouverture.

M. Fletcher observa avec cet instrument jusqu'en 1864 : il détermina les orbites de ε du Bouvier, γ de la Vierge, 70 d'Ophiuchus, et fit un grand nombre de mesures micromé-

triques d'étoiles doubles, dont le Catalogue n'a pas encore été publié.

En 1864, l'équatorial que nous venons de décrire a été remplacé par un instrument plus puissant de 12 pieds de foyer et de 10 pouces d'ouverture. C'est encore l'instrument dont on se sert à l'Observatoire de Tarn-Bank.

XVIII.

OBSERVATOIRE DU COLLÉGE D'ELY (ELY).

En 1861, le révérend W. Selwyn fit installer, au Collége d'Ely (petite ville de 5000 à 6000 âmes, voisine de Cambridge), par le célèbre constructeur d'appareils photographiques Dallmeyer, et sur le plan de l'héliographe de Kew, un instrument destiné à l'observation photographique du Soleil, qu'il appelle *Héliantographe*. Il consiste en une chambre photographique fixée à un réfracteur de Dollond de 3 pouces d'ouverture; quoique beaucoup plus petit que l'instrument de Kew, cet appareil donne cependant de bonnes photographies du Soleil, de 4 pouces de diamètre.

Les observations du Collége d'Ely, régulières à l'origine et soutenues par un secours de 50 livres (1250 francs) de la Société royale, ont été interrompues à plusieurs reprises et peut-être le sont-elles encore aujourd'hui.

Cependant le révérend W. Selwyn observe encore de temps à autre, à Ely, quelques phénomènes astronomiques re marquables.

XIX.

OBSERVATOIRE DE M. KNOTT (CUCKFIELD, WOODCROFT, COMTÉ DE SUSSEX, PRÈS LONDRES).

En 1861, M. Knott installa, dans sa résidence de Woodcroft, près de Londres, un équatorial d'Alvan-Clark, dont l'objectif a 9,4 pieds ($2^m,81$) de foyer et 7,3 pouces ($0^m,18$) d'ouverture. Cet instrument, remarquable par ses qualités optiques, avait servi à M. Dawes; M. Knott le fit munir d'une série de micromètres à fils de Dollond, et depuis 1861 il l'emploie, à ses moments de loisir, à l'observation des étoiles variables et des systèmes stellaires multiples.

C'est ainsi qu'en 1861 et 1862 il fixait à 138,75 jours la période de l'étoile variable R du Renard; qu'en 1863 et 1864 il observait υ des Gémeaux, la curieuse étoile variable de M. Hind, dont plus tard (1868) il étudia le spectre avec grand soin; qu'en 1865 il déterminait le mouvement propre de β Lion, et observait l'étoile nébuleuse 45 H. IV des Gémeaux.

A partir de cette époque, M. Knott tourna surtout son attention vers les systèmes multiples, et étudia successivement le système binaire de δ du Cygne que W. Herschel avait déjà observé en 1783 et dont le P. Secchi, en 1856, et M. Hind, en 1863, avaient repris l'observation, ceux de ζ d'Hercule et de ξ de la Grande Ourse. Le second de ces systèmes, celui de ζ d'Hercule, offrit cette particularité intéressante que son compagnon, faible étoile de 10e à 11e grandeur, formait son image à l'intérieur du premier

anneau brillant de l'image de l'étoile principale. La mesure de la distance des deux étoiles permit donc de vérifier expérimentalement les résultats théoriques donnés autrefois par M. Airy sur le rapport du diamètre de l'image d'une étoile à l'ouverture de la lunette qui la produit (1). La différence entre ces mesures et la théorie ne surpassa pas 0",017.

Ajoutons qu'en 1868 M. Knott découvrit un compagnon de 11ᵉ grandeur à l'étoile γ de l'Aigle; et qu'en 1866, peu après la découverte du compagnon de Sirius par Alvan-Clarck, il l'observa pendant quelques mois, et put même l'apercevoir encore en diaphragmant à 6,5 pouces (0^{m},16) l'objectif de son équatorial.

XX.

OBSERVATOIRE DE M. W.-R. BIRT (CYNTHIA-VILLA, WALTHAMS TOWN, COMTÉ D'ESSEX).

Peu de temps après la mort du docteur Lee, propriétaire de l'Observatoire d'Hartwell, M. W.-R. Birt établit à Cinthia-Villa un petit Observatoire où il put continuer ses observations sélénographiques et sa révision de la carte de Beer et Mœdler. Son installation est d'ailleurs des plus modestes; son seul instrument est un équatorial de 7,5 pouces (0^{m},18) d'ouverture, monté à la façon anglaise, muni de quatre oculaires de grossissements différents

(1) Airy, *Ondulatory Theorie of Optics*, p. 30 et suiv.

et de cercles de calage de 6 pouces (0^m,18) de diamètre; il lui a coûté 90 livres (2250 fr.). Néanmoins les observations de M. Birt sont bonnes et utiles à consulter pour tous ceux qui s'occupent de sélénographie.

XXI.

OBSERVATOIRES DE M. C. LESSON-PRINCE ET DU CAPITAINE WILLIAM NOBLE (UCKFIELD, FOREST-LOGE A MARESFIELD).

Ces deux Observatoires, situés tous deux aussi au voisinage de Londres, dans le comté de Sussex, ont été fondés à la même époque, en 1857, et ont servi à des travaux tout à fait analogues.

L'instrument principal du premier est un équatorial de Tulley, dont l'objectif a 12 pieds (3^m,65) de foyer et 7 pouces (0^m,18) d'ouverture; celui du second est moins puissant : c'est un équatorial de Ross de 5 pieds (1^m,54) de foyer avec 4,2 pouces (0^m,11) d'ouverture.

Depuis leur installation, ces deux équatoriaux ont servi surtout et à peu près régulièrement à observer les occultations par la Lune des étoiles et des planètes, ainsi que quelques éclipses solaires et lunaires et le passage de Mercure du 5 novembre 1868.

Les observations d'occultations de MM. Noble et Prince jouissent d'ailleurs en Angleterre d'une réputation d'exactitude méritée.

Nous devons encore mentionner, pour mémoire, l'établissement astronomique de M. C.-H. Weston (*Endsleigh Observatory*) à Lansdowne, près de la ville de Bath, qui

possède un télescope newtonien de 9 pouces d'ouverture, celui de M. E.-S. Lowe (*Highfield House*) près de Nottingham, et celui de M. Ed. Crossdley (*Bemerside Observatory*) à Halifax (comté d'York), qui possède un bel équatorial de Cook de 9,33 pouces ($0^m,24$); établissements que leurs possesseurs gratifient du nom d'Observatoires, mais dont les instruments servent à répandre le goût de l'étude du ciel plutôt qu'à des observations précises.

En outre, quelques autres Observatoires, quoique en non-activité aujourd'hui, ont une histoire assez intéressante pour que nous croyions devoir en dire quelques mots.

XXII.

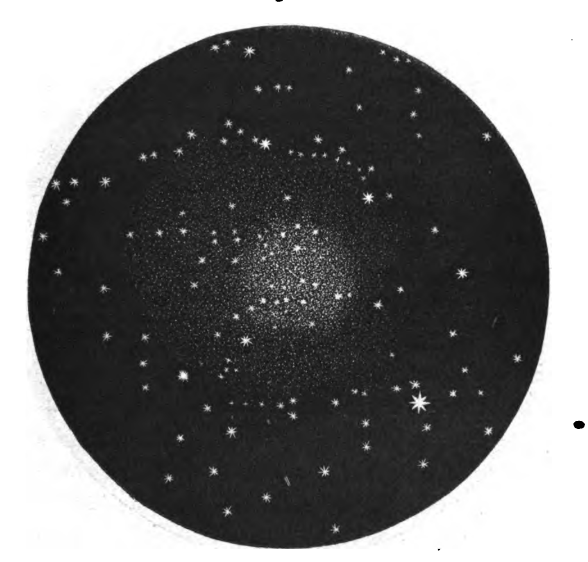
OBSERVATOIRE DE J. DREW (SOUTHAMPTON).

John Drew entra de bonne heure dans la carrière de l'enseignement. Vers l'âge de vingt ans, nous le trouvons à la tête d'un pensionnat de Southampton, qu'il sut gérer avec sagesse et habileté jusqu'à l'âge de quarante-deux ans. C'est dans le jardin de ce pensionnat qu'en 1847 il érigea son Observatoire, dont nous dirons quelques mots, surtout pour montrer avec quelles faibles ressources on peut créer un Observatoire capable de rendre à la science certains services.

Cet établissement se compose de deux chambres : la salle de l'équatorial et la salle méridienne; la première, en forme de dodécagone, a 9 pieds de diamètre; la seconde est un rectangle de 7 pieds de long sur 6 de large.

L'équatorial a été fait avec une bonne lunette de Dollond, de 5 pieds de foyer, achetée au R. E. Dewdney, de Portsea, que l'on a montée sur un axe polaire et munie des cercles ordinaires de lecture.

Fig. 33



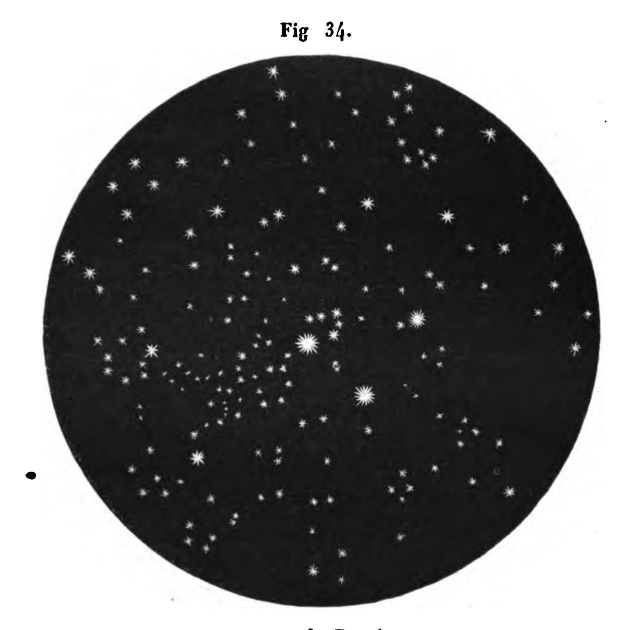
Amas du Verseau.

Dans la salle méridienne est établi un instrument des passages, de Jones, dont la lunette a une distance focale de 4 pieds et dont l'installation a été dirigée par le célèbre constructeur de Londres, Sheepsanks. Celui-ci, avec son habileté ordinaire, est parvenu à le monter dans

une salle relativement très-petite et faite à l'origine pour un tout petit cercle astronomique.

A ces deux instruments est jointe une pendule de Beaufoy, confiée à M. Drew par la Société royale.

Fig 34.



Amas de Persée.

Les dépenses nécessitées par la construction des bâtiments de cet Observatoire se sont élevées à la somme de 50 livres (1250 francs); si l'on ajoute à cette somme 150 livres (3750 francs) pour l'équatorial, 150 livres (3750 francs) pour l'instrument méridien et 100 livres

(2500 francs) pour la pendule, on trouvera pour l'ensemble des frais nécessaires à la fondation d'un pareil Observatoire, outillé néanmoins pour faire de bonnes et utiles observations, la somme totale de quatre cent cinquante (450) livres, soit onze mille deux cent cinquante (11250) francs.

Dans cet Observatoire, M. Drew a fait, jusqu'en 1857, une série d'observations physiques des planètes de la Lune, d'amas d'étoiles (*fig.* 33 et 34) et de nébuleuses, dont il a publié les résultats dans des dessins formant un Atlas très-complet et fort utile.

M. Drew est mort à Surbiton, comté de Surrey, le 17 décembre 1857.

XXIII.

OBSERVATOIRE DE RICHARD HODGSON (CLAYBURRY, HAWKWOOK.)

Né à Londres en 1803, Richard Hodgson fit son éducation à Hewes. Il passa ensuite quelque temps dans une maison de banque de Lombard Street, et devint peu après principal associé de la maison Hodgson et Graves, éditeurs.

En 1841, Hodgson quittait les affaires pour consacrer tout son temps à des recherches scientifiques.

L'art du daguerréotype était alors en enfance; Hodgson s'en occupa longtemps et apporta quelques perfectionnements aux procédés primitifs; mais, en 1852, ses goûts ayant changé, il résolut de se livrer entièrement aux études astronomiques.

Dans ce but, il fit installer dans sa résidence de Clay-

burry, près de Londres, une lunette de 7 pieds de foyer avec 6 pouces d'ouverture, montée équatorialement et munie d'un mouvement d'horlogerie. L'année suivante, cet instrument fut transporté à peu de distance de là, à Hawkwook, et on lui adjoignit un cercle méridien dont la lunette a 4 pouces d'ouverture et 5 pieds de foyer, un instrument des passages de 3 pieds de foyer avec 2,5 pouces d'ouverture et un spectroscope d'Hoffmann (de Paris).

Richard Hodgson commença alors ses observations, qu'il continua sans interruption jusqu'à sa mort. Il fut, en particulier, l'un des observateurs les plus assidus des taches solaires, les suivant avec le plus grand soin et conservant le souvenir de leurs différentes transformations dans des dessins qui ont été fort justement remarqués.

La plus remarquable de ses observations est celle de l'éruption de la grande tache du 1er septembre 1859, éruption qui fut observée aussi par M. Carrington, à Redhill. Une perturbation magnétique s'étant produite en même temps à Greenwich, l'observation d'Hodgson est souvent citée par ceux qui croient à une relation directe entre les taches solaires et le magnétisme de notre globe.

Richard Hodgson est mort le 4 mai 1872; son Observatoire est actuellement inoccupé.

XXIV.

OBSERVATOIRE DE SNOW (ASHURST).

Fils aîné d'un banquier de Cambridge, Robert Snow commença ses études à Eton, et les continua à l'Univer-

sité de Cambridge. De bonne heure, les choses de l'Astronomie exercèrent sur lui une grande attraction.

Ainsi, dans son Ouvrage « *Memoranda of a tour on the continent* », qu'il publia à l'âge de vingt-cinq ans, il entre dans des détails remarquables d'exactitude et de poésie sur l'éclipse totale qu'il avait observée en Suède quelques années auparavant.

Peu après son retour en Angleterre, il construisit dans sa propriété d'Ashurst un petit Observatoire où il observa lui-même jusqu'à sa mort avec assez d'assiduité.

L'instrument principal de son Observatoire était une petite lunette des passages de 20 pouces de foyer; il se borna donc aux observations de temps. On a de lui trois Catalogues d'ascensions droites, comprenant, le premier 76 étoiles, le deuxième 55 et le troisième 125, quelques observations de comètes et d'étoiles variables, et surtout un grand nombre d'observations d'occultations d'étoiles.

XXV.

OBSERVATOIRE DE M. S.-C. WHITBREAD (CARDINGTON, PRÈS BEDFORT).

Cet Observatoire fut fondé vers 1854, tout près des Observatoires du docteur Lee, à Hartwell, et de l'amiral Smyth, à Bedfort; l'émulation provoquée par les travaux de ces deux hommes passionnés pour la science ne fut sans doute point indifférente à la création de ce nouvel établissement astronomique, car depuis sa fondation il n'a pas pris de développement.

M. Whitbread y a observé un certain nombre d'occultations d'étoiles et de planètes par la Lune, observations fort utiles à tous égards et qui lui ont servi à déterminer la longitude de son Observatoire.

On lui doit de plus quelques observations de petites planètes et de comètes.

Actuellement l'Observatoire de Cardington paraît être abandonné.

APPENDICE [1].

OBSERVATOIRE SAVILIEN.

L'Astronomie physique, science encore toute nouvelle, a pris depuis l'application de la photographie et de la spectroscopie à l'étude des corps célestes un développement très-rapide; et certains savants pensent, avec raison peut-être, que, dans un petit nombre d'années, elle aura acquis une importance au moins égale à celle de sa sœur aînée, l'Astronomie mathématique. Les découvertes faites dans cette voie ont cependant été jusqu'ici, en Angleterre, l'œuvre des astronomes indépendants: c'est ainsi que M. Warren de la Rue a obtenu, dans son Observatoire de Cranfort, les belles photographies de la Lune, que tout le monde a entre les mains; c'est ainsi encore que les Mé-

(1) Nous ajoutons ici l'histoire de la fondation d'un nouvel Observatoire d'Astronomie physique réclamé depuis quelques années par les Membres de la Société Royale Astronomique et dont la création a suivi l'impression des premières feuilles de ce volume.

moires classiques de M. Huggins sur l'analyse spectrale des étoiles, des nébuleuses et des comètes sont datés de son Observatoire de Upper Tulse Hill; enfin c'est aussi dans un Observatoire à lui que M. N. Lockyer étudie chaque jour les protubérances solaires.

Bien que l'initiative privée ait suffi jusqu'ici à tous ces travaux, il était évident que l'on ne pouvait compter sur elle pour des recherches de longue haleine: il était donc nécessaire qu'un Observatoire public, assuré d'une existence permanente, fût consacré aux observations de cet ordre.

Par l'installation à Greenwich du photohéliographe de Kew, on était déjà certain que la série des observations de taches solaires serait reprise et continuée pendant de longues années; mais le personnel de l'Observatoire royal d'Angleterre est trop surchargé de travaux mathématiques pour entreprendre d'autres recherches. La situation demeurait donc toujours la même : les observations d'Astronomie physique continuaient à être l'œuvre des astronomes indépendants.

Grâce à la générosité de M. Warren de la Rue et de l'Université d'Oxford, cette lacune vient d'être comblée par la fondation de l'*Observatoire Savilien* à Oxford.

L'honneur de cette création revient à M. C. Pritchard, *Savilian Professor of Astronomy*. Dès sa nomination à cette chaire, il s'est occupé de faire valoir, auprès des membres de l'Université, l'importance, chaque jour croissante, des études de Physique astronomique. Enfin, au mois de mars 1873, la construction de l'Observatoire fut décidée et l'Université vota les 62000 francs nécessaires à l'achat et à l'installation d'une lunette équatoriale de

12,25 pouces ($0^m,31$) d'ouverture. On devait acquérir en même temps quelques appareils de moindre importance indispensables aux premières recherches et aux travaux des étudiants.

D'ailleurs, ce n'était là dans la pensée de M. Pritchard qu'un premier pas; il se promettait de saisir la première occasion favorable pour obtenir une nouvelle somme d'argent et, avec elle, les moyens d'étendre le cercle de ses observations; l'attente ne fut pas longue. Depuis quelque temps déjà la vue de M. Warren de la Rue était très-fatiguée, et ce célèbre astronome désespérait d'utiliser plus longtemps par lui-même « les instruments construits sur ses dessins et souvent de ses propres mains »; à la nouvelle de la fondation de l'Observatoire d'Oxford, il résolut donc de donner à l'Université de cette ville, sous la seule condition qu'ils seraient utilement employés, son fameux télescope à réflexion et la plupart des autres instruments de son Observatoire de Cranfort.

Après quelques délibérations, le Conseil de l'Université accepta ce don magnifique, et, s'inspirant de l'esprit de libéralité dont il a toujours fait preuve envers la science, il a voté, en novembre, la somme nécessaire à l'installation des nouveaux appareils.

L'Observatoire, situé au milieu du parc de l'Université, dans un point où la vue n'est gênée par aucun obstacle, et au voisinage des laboratoires de Physique et de Chimie, se composera d'un corps de logis allongé de l'est vers l'ouest et flanqué de deux tours carrées de 21 pieds ($6^m,38$) de côté.

La tour occidentale, *Savilian Tower,* sera à trois étages: un sous-sol élevé d'environ 3 pieds au-dessus du gazon

voisin, une chambre pour les calculateurs, puis enfin un dôme destiné à recevoir le grand équatorial de 12,25 pouces d'ouverture qui se construit actuellement chez Grubb, de Dublin.

La tour orientale, *De la Rue Tower*, n'aura que deux étages; dans les soubassements on placera la machine de M. de la Rue pour travailler et polir les miroirs, ainsi que l'appareil de Foucault pour en vérifier les qualités optiques. Au premier étage, à côté d'un cabinet de travail pour l'astronome, on disposera une chambre noire pour les opérations photographiques. Enfin la tour sera couronnée par un dôme tournant qui abritera le télescope à réflexion avec lequel M. Warren de la Rue a fait presque tous ses travaux.

Le corps de logis qui réunit ces deux tours doit renfermer : une lunette méridienne de 4 pouces ($0^m,10$) d'ouverture avec 5 pieds ($1^m,52$) de distance focale, un altazimut de Troughton et Simms ayant des cercles divisés de 18 pouces ($0^m,45$) de diamètre et qui, fixé dans le méridien, pourra servir d'instrument de hauteur pour l'instruction des élèves, et enfin un télescope à réflexion de 13 pouces ($0^m,32$) de diamètre. Cet appareil, construit avec l'un des miroirs de M. Warren de la Rue et monté comme un altazimut, sera placé en regard d'une fenêtre assez large pour permettre l'observation des étoiles, une heure avant ou une heure après leur passage au méridien.

Le nouvel Observatoire Savilien, construit avec des fonds votés par le Sénat de l'Université d'Oxford, sera sous la dépendance directe de cette dernière et soumis chaque année à l'inspection d'un *Board of Visitors* choisi

parmi les professeurs. — L'Observatoire de Radcliffe continuera à n'avoir avec elle que des rapports indirects; M. Pritchard fait remarquer, en effet, que ce dernier, fondé il y a cent ans à la demande du *Savilian Professor* de cette époque, et à l'aide d'un legs du docteur Radcliffe, est placé sous la haute surveillance des *Radcliffe Trustees,* qui ne sont pas nécessairement membres de l'Université; celle-ci ne contribue d'ailleurs en rien aux dépenses de l'Observatoire de Radcliffe. Par la création du nouvel Observatoire universitaire d'Oxford, l'indépendance de l'Observatoire de Radcliffe par rapport à l'Université ne peut aller qu'en augmentant peu à peu, et dans quelques années on ne pourra plus le considérer comme un Observatoire universitaire.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE IV.

OBSERVATOIRES PRIVÉS.

APPENDICE

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

995 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

TRAITÉ D'ASTRONOMIE SPHÉRIQUE ET D'ASTRONOMIE PRATIQUE,

PAR M. F. BRÜNNOW,
DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE DUBLIN.

ÉDITION FRANÇAISE
PUBLIÉE PAR

C. ANDRÉ,
Agrégé des Sciences physiques,
Astronome adjoint
à l'Observatoire de Paris.

É. LUCAS,
Agrégé des Sciences mathématiques,
Astronome adjoint
à l'Observatoire de Paris

AVEC UNE PRÉFACE DE
M. C. WOLF,
Astronome titulaire de l'Observatoire de Paris.

1re Partie : ASTRONOMIE SPHÉRIQUE. In-8, avec figures dans le texte; 1869 .... 10 fr.
2e Partie : ASTRONOMIE PRATIQUE. In-8, avec figures dans le texte; 1872 .... 10 fr.

Chaque Partie se vend séparément.

AVERTISSEMENT.

Ce Traité est divisé en deux Parties qui peuvent être considérées comme formant deux Ouvrages distincts.

La première Partie (*Astronomie sphérique*) renferme la solution de tous les problèmes de l'Astronomie sphérique et de l'Astronomie nautique : on y trouvera en outre une exposition élémentaire de la méthode des moindres carrés. La seconde Partie (*Astronomie pratique*) contient la description et la théorie des instruments fixes (lunette méridienne, cercle méridien, équa-

torial, etc.) et des instruments transportables (théodolite, sextant, etc.), ainsi que plusieurs Tables destinées à simplifier la réduction des observations. Des exemples multipliés et de nombreuses figures facilitent l'intelligence du texte.

Ce Traité sera donc pour les Astronomes, les Marins et les Voyageurs un excellent Aide-Mémoire; les Auditeurs des cours de nos Facultés, les Élèves de nos Écoles y puiseront d'utiles renseignements.

Nous sommes heureux de remercier ici M. Brünnow des excellents conseils qu'il nous a donnés, et d'exprimer à M. Wolf toute notre reconnaissance pour le concours bienveillant et précieux qu'il nous a si gracieusement prêté. C. André. É. Lucas.

EXTRAIT DE LA PRÉFACE.

Depuis que l'*Astronomie pratique* de Francœur était épuisée, nous n'avions plus en France aucun Traité intermédiaire entre la Mécanique céleste et les Ouvrages élémentaires purement descriptifs. Le livre de M. Brünnow vient remplir cette lacune, en réunissant sous une forme simple et peu volumineuse toutes les notions indispensables à la pratique de l'Astronomie. Les Traducteurs ont généralisé l'utilité de ce Traité en ajoutant, avec l'assentiment de l'Auteur, des développements qui, dans certaines parties, en font une œuvre entièrement nouvelle. En particulier, ils ont fait connaître les procédés employés à l'Observatoire de Paris; ils ont donné la théorie des instruments, qui forme à elle seule la majeure partie du second Volume, et ils ont ajouté des Tables auxiliaires, calculées spécialement ou extraites de Traités qui ne se trouvent plus dans le commerce, comme les Tables de Warnstroff, etc. — Ainsi développé, ce Livre s'adresse à la généralité des étudiants qui, pour les travaux des Observatoires ou les examens de la Licence, désirent se familiariser avec les méthodes et les calculs fondamentaux de l'Astronomie. Il indique la manière de faire les observations et les réductions que doivent subir les résultats pour pouvoir figurer dans les calculs de la Mécanique céleste. — Enfin les Marins et les Ingénieurs trouveront également le plus utile secours dans cet excellent Ouvrage, qui expose avec détails toutes les méthodes de détermination de l'heure, des longitudes et des latitudes et azimuts. C. Wolf.

lorés et de leurs mondes. III. Étoiles périodiques, Soleils à lumière variable. — *Travaux de l'Astronomie en* 1865 *et* 1866. — Du mouvement et de la vie dans le ciel. — Apparition d'une étoile nouvelle dans la constellation de la Couronne boréale. — Théorie des étoiles nouvelles. — Étoiles filantes, bolides et aérolithes. — Pluie d'étoiles pendant la nuit du 13-14 novembre 1866. — Les étoiles filantes et les comètes. — Assimilation des orbites des étoiles filantes à celles des comètes, ou théorie cométaire des étoiles filantes. — Les étoiles filantes et la Terre. — Analyse spectrale de la lumière des astres. — La lumière et les couleurs du spectre. — Analyse chimique des étoiles. — Analyse chimique des nébuleuses. — Le Soleil. Dernières recherches sur sa nature et sa constitution physique. — La Lune. Changement probable arrivé dans le cratère de Linné. — Géologie de la Lune. — Éclipses observées. — Dernières comètes observées. — Petites planètes nouvellement découvertes entre Mars et Jupiter. — Notes. — *Liste des Observatoires français et étrangers.*

TOME III. 1872.

Recherche de la loi du mouvement de rotation des planètes. — *Harmonie du système du monde.* — Exposé de combinaisons numériques particulières dérivant toutes de la gravitation. — *Translation du système solaire dans l'espace* et relation du Soleil avec les étoiles les plus proches. — *Travaux de l'Astronomie en* 1867 *et* 1868. — La grande éclipse totale de Soleil de 1868. Les protubérances du Soleil. — Étude pratique et théorique des taches du Soleil. 1866 à 1870. Calcul de leur périodicité. Influence attractive des planètes sur le Soleil. Segmentation d'une tache solaire. — Conjonction des planètes Mercure, Vénus et Jupiter. — Observation de la planète Vénus. Sa Géographie. Vénus porte-t-elle ombre? Ses phases sont-elles visibles à l'œil nu? — Les éclipses dans Jupiter. — Disparition des quatre satellites de Jupiter. — Passage de Mercure sur le Soleil le 5 novembre 1868. — Sur un mois de février sans pleine lune. — Comètes observées en 1867 et 1868. — Analyse spectrale des comètes. — Petites planètes découvertes en 1867 et 1868. — Dimensions des petites planètes. — *Revue bibliographique* des derniers Ouvrages publiés sur l'Astronomie. — Remarque sur le temps que les planètes mettraient à tomber dans le Soleil.

TOME IV. 1873.

Le passage de Vénus sur le Soleil, le 8 décembre 1874; les anciens passages. Sur les masses des planètes et la parallaxe du Solei.. Derniers travaux de l'Astronomie, 1869 et 1870. L'éclipse totale de Soleil du 7 août 1869. Les éclipses en 1870, et notamment l'éclipse du siége de Paris. La chronologie ancienne et les éclipses. Spectres des gaz et du Soleil. Étude sur la surface du Soleil. La chaleur solaire et ses applications industrielles. Forme et constitution physique de la Lune; sa grandeur apparente. Les marées et la rotation de la Terre. Enregistrement des bolides et aérolithes observ.s de 1856 à 1870.

LIBRAIRIE DE GAUTHIER-VILLARS,
QUAI DES AUGUSTINS, 55, A PARIS.

OUVRAGES

SUR LA

PHOTOGRAPHIE(*).

ANNUAIRE PHOTOGRAPHIQUE, par *A. Davanne*. 5 volumes in-18, années 1865 à 1869.

On vend séparément chaque volume :

Broché........ .... 1 fr. 75 c.
Cartonné .... 2 fr. 25 c.

BARRESWIL et DAVANNE. — Chimie photographique, contenant les éléments de Chimie expliqués par des exemples empruntés à la Photographie; les procédés de Photographie sur glace (collodion humide, sec ou albuminé), sur papiers, sur plaques; la manière de préparer soi-même, d'essayer, d'employer tous les réactifs, d'utiliser les résidus, etc.; 4e édition, revue, augmentée et ornée de figures dans le texte. In-8; 1864. 8 fr. 50 c.

BELLOC (A.). — Traité théorique et pratique de Photographie sur collodion, suivi d'Éléments de Chimie et d'Optique appliqués à cet art. In-8; 1854....... 2 fr.

BELLOC (A.). — Photographie rationnelle, Traité complet théorique et pratique. Applications diverses;

(*) La Librairie Gauthier-Villars s'est rendue acquéreur, en février 1873, des Ouvrages sur la Photographie, qui formaient le fonds de l'ancienne Librairie Leiber (rue de Seine, nº 13). Le présent Prospectus contient à la fois ces Ouvrages et ceux qui figuraient déjà sur le Catalogue de la Librairie Gauthier-Villars

Ouvrage précédé de l'histoire de la Photographie et suivi d'Éléments de Chimie appliquée à cet art. In-8; 1862. 5 fr.

BELLOC (A.). — **Code de l'opérateur photographe.** In-18; 1860 .... 1 fr.

BELLOC (G.). — **Photographie, procédé sur verre et sur papier,** verre opale, mat et brillant; coloris instantané; coloris brésilien; retouche du cliché. In-12, avec planche; 1869.......... 1 fr.

BLANQUART-ÉVRARD. — **Intervention de l'art dans la Photographie.** In-12 avec une photographie; 1864.......... 1 fr. 50 c.

BRÉBISSON (de). — **Traité complet de Photographie sur collodion.** Répertoire de la plupart des procédés connus. In-8; 1855.......... 5 fr.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE, rédigé par la Société française de Photographie, paraissant depuis l'année 1855. Mensuel.

Prix de l'abonnement par an :

Pour Paris et les Départements.......... 12 fr.
Pour l'Etranger.......... 15 fr.

On peut se procurer à la même Librairie les ANNÉES ANTÉRIEURES, sauf les années 1855 et 1856, au prix de 12 fr. l'une, et les NUMÉROS SÉPARÉS au prix de 1 fr.; ainsi que la *Table des matières et des noms d'auteurs* des tomes I à X (1855-1864) au prix de 1 fr. 50 c.

CONSTANT (A. de). — **Le Collodion à sec** mis à la portée de tous par un procédé simple et nouveau. In-8, avec figures; 1873.......... 2 fr.

CORDIER (V.). — **Les insuccès en Photographie; causes et remèdes**; 2e édition, refondue et augmentée, avec figures. In-12; 1868.......... 1 fr. 25 c.

DAVID, dit LENGLET (H.). — **Nouvelle méthode de Peinture** à l'aquarelle et à l'huile, appliquée uniquement aux *portraits photographiés petites dimensions et agrandis.* In-8; 1867.......... 2 fr.

DESPAQUIS. — **Photographie au Charbon.** (Gélatine et Bichromates alcalins.) In-18 jésus; 1866. 1 fr. 50 c.

DUMOULIN. — Manuel élémentaire de Photographie au collodion humide. In-18 jésus, avec figures, 1874. 1 fr. 50 c.

FOUQUE (V.), Correspondant du Ministère de l'Instruction publique. — **La Vérité sur l'invention de la Photographie. — Nicéphore Niepce, sa vie, ses essais et ses travaux,** d'après sa correspondance et autres documents inédits. In-8, avec planches photolithographiques reproduisant diverses pièces authentiques; 1867. 6 fr.

GAUDIN (Marc-Antoine). — Vade-Mecum de Photographie. Notice abrégée du Daguerréotype et de la Photographie sur papier avec un répertoire de Chimie et de Physique et un formulaire. In-12; 1861......... 4 fr.

LA BLANCHÈRE (H. de). — Monographie du stéréoscope et des épreuves stéréoscopiques. Seul Ouvrage complet résumant tout ce qui a été écrit sur le stéréoscope. In-8, avec figures........................ 5 fr.

LALLEMAND. — Nouveaux procédés d'impression autographique et de photolithographie. In-12; 1867. 1 fr. 50 c.

LEREBOURS et SECRÉTAN. — Traité de Photographie. 5e édition, entièrement refondue, contenant tous les perfectionnements trouvés jusqu'à ce jour, appareil panoramique, différence des foyers, gravure Fizeau, etc. In-8, avec figures; 1846........ 2 fr. 50 c.

MONCKHOVEN (Van). — Nouveau procédé de Photographie sur plaques de fer, et notice sur les vernis photographiques et le collodion sec. In-8; 1858. 3 fr.

MOTTEROZ, ouvrier imprimeur typographe. — **Essais sur les Gravures chimiques en relief.** In-8, avec deux gravures spécimen; 1871................ 2 fr. 50 c.

Les gravures chimiques, dont l'emploi sur une large échelle pourrait donner un si grand élan à la production artistique et littéraire, sont malheureusement peu connues. Les inventeurs ont bien publié quelques détails sur leurs procédés; mais ces renseignements, fort incomplets du reste, sont épars dans différentes publications. L'auteur a donc rendu un service réel en donnant une analyse méthodique de tout ce qui paraît pratique dans

les nouveaux procédés, et en y ajoutant un grand nombre de renseignements inédits.

PERROT DE CHAUMEUX (**L.**). — **Premières leçons de Photographie.** In-12, avec fig.; 2e éd.

PHIPSON (**le Dr**). — **Le préparateur photographe,** ou Traité de Chimie à l'usage des photographes et des fabricants de produits photographiques. In-12, avec figures; 1864.................................... 4 fr.

RUSSEL (**C.**). — **Le Procédé au Tannin,** traduit de l'anglais par M. *Aimé Girard.* 2e éd., renfermant la description des nouveaux procédés de préparation, de développement, etc. In-18 jésus, av. fig.; 1864. 2 fr. 50 c.

TESTELIN. — **Essai de Théorie sur la formation des images photographiques rapportée à une cause électrique.** Les figures roriques, les figures magnétiques, la thermographie, etc. In-8; 1860........... 3 fr. 50 c.

TESTELIN. — **Nouveaux procédés pour l'amplification des Photographies et pour les Portraits de grande dimension.** In-8, avec une planche; 1861....... 2 fr.

TYNDALL (J.). — **Le Son.** Cours expérimental fait à l'Institution Royale; traduit de l'anglais par M. l'abbé *Moigno*. Un beau vol. in-8, avec 171 fig. dans le texte; 1869...... 7 fr.

M. Tyndall a voulu rendre la science de l'Acoustique accessible à toutes les personnes intelligentes, en y comprenant celles qui n'ont reçu aucune instruction scientifique particulière. « J'ai traité, dit-il, mon sujet d'une manière tout à fait expérimentale, et j'ai cherché à placer tellement chaque expérience sous les yeux et dans la main du lecteur, qu'il puisse la réaliser lui-même ou la répéter. Mon désir et mon but ont été de laisser dans l'esprit des images si nettes des divers phénomènes de l'Acoustique, qu'ils les saisissent et les voient dans leurs rapports réels. »

La traduction de ces Leçons a été laborieuse; elle présentait des difficultés plus qu'ordinaires en raison peut-être de la perfection du texte anglais. M. l'abbé Moigno croit les avoir vaincues, et il se déclare largement récompensé d'une fatigue de quelques mois, autant par le mérite intrinsèque du livre de M. Tyndall que par les services qu'il est appelé à rendre.

Le Son est digne de sa sœur aînée *La Chaleur,* si recherchée et si admirée; il l'emporte même sur elle au point de vue de l'enseignement. *La Chaleur,* en effet, est une œuvre d'art qui met en jeu une foule d'idées neuves et fécondes, mais elle ne peut être considérée comme un ouvrage classique. *Le Son,* au contraire, est parfait au point de vue d'un cours. Il serait impossible de mieux choisir, de mieux décrire, de mieux exécuter les expériences nécessaires à la manifestation des faits et à la détermination des lois qui les régissent. Il sera lu à la fois avec un vif intérêt par les professeurs et par tous les amis de la science claire et pratique.

M. Tyndall a bien voulu dire qu'au point de vue de la typographie, et grâce aux bons soins de M. Gauthier-Villars, l'édition française surpassait l'original. Il a rendu aussi hommage à l'habileté de son traducteur, à la bonne pensée qu'il a eue d'enrichir sa traduction d'une Préface, et d'un Appendice aussi précieux que plein d'intérêt.

La Préface est à la fois historique, technique, philosophique; elle prouvera que les questions d'Acoustique ont longtemps occupé M. l'abbé Moigno, et qu'il était par conséquent bien préparé à la traduction qu'il devait entreprendre. L'Appendice, assez long, est une énumération rapide, mais suffisante, des faits et des instruments qu'il a paru utile d'ajouter à ceux que M. Tyndall a si bien décrits et démontrés. On y trouvera le résumé complet de la série des expériences de M. Regnault, de l'Institut, sur la propagation des ondes sonores.

ÉTUDES ET LECTURES
SUR
LES SCIENCES D'OBSERVATION
ET LEURS APPLICATIONS PRATIQUES,

PAR M. BABINET,
Membre de l'Institut (Académie des Sciences).

Chaque volume se vend séparément : 2 fr. 50 c.

1er VOLUME. — Sur les Mouvements extraordinaires de la mer. — Les Comètes au XIXe siècle. — La Télégraphie électrique. — L'Astronomie en 1852 et 1853. — Astronomie descriptive. — La Perspective aérienne. — Le Stéréoscope et la vision binoculaire. — Voyage dans le ciel.

2e VOLUME. — Les Tables tournantes et les manifestations prétendues surnaturelles. — L'Électricité ouvrière. — La Sibérie et les climats du Nord. — Influence des courants de la mer sur les climats, — sur les tremblements de terre et sur la constitution intérieure du globe. — Bulletin de l'Astronomie et des Sciences pour 1853 et 1854. — De l'Arrosement du globe. — Des Tables tournantes au point de vue de la Mécanique et de la Physiologie. — La Météorologie en 1854 et ses progrès futurs.

3e VOLUME. — Du Diamant et des pierres précieuses. — Des Phares et de la Lumière artificielle. — Physique du globe. — Quillebœuf. — La Méditerranée. — De la Pluralité des mondes.

4e VOLUME. — La Terre avant les époques géologiques. — De la Constitution intérieure du globe terrestre et des Tremblements de terre. — De la Pluie et des Inondations. — L'Astronomie en 1855. — Les Saisons sur la terre et dans les autres planètes. — Sur les Progrès naissants de la Galvanoplastie. — De l'Application des Mathématiques transcendantes. — La Vie aux divers âges de la Terre. — Des Eaux minérales et de la Chaleur centrale de la Terre.

5e VOLUME. — Sur la Sécheresse les Irrigations et

les Reboisements. (Séance des cinq Académies, 1858.) — XIX Articles sur l'Astronomie et la Météorologie.

6e VOLUME. — Aimant et Magnétisme terrestre. — Océan islandais. — Théorie physique des Vêtements. — XIII Articles sur l'Astronomie et la Météorologie.

7e VOLUME. — Pierres précieuses. — Télégraphie électrique et sous-marine. — Comètes. — *Astronomie et Météorologie :* Visites à la mer. — Lune rousse. — Service météorologique des ports de France. — Les Perturbations célestes et celles de la Lune. — Lumière cendrée de la Lune. — Éclairage, chauffage, arrosement, productions du globe, sa météorologie. — Note sur quelques actualités scientifiques.

8e VOLUME. — Distance de la Lune au Soleil. — Expériences de M. Léon Foucault. — Prédictions de M. Mathieu de la Drôme. — Couleurs des astres; teintes du Soleil couchant. — Scintillation des étoiles. — Navigation aérienne; ballons et hélices; vol mécanique; aviation. — Homère observateur maritime. — Drainage et Fontaines artificielles. — Tremblements de terre. — Sur la Physique du globe. — Sur les Courants ou plutôt sur les Circuits des mers.

NOTICE

SUR L'APPAREIL

D'INDUCTION ÉLECTRIQUE

DE RUHMKORFF,

et les expériences qu'on peut faire avec cet instrument;

PAR LE COMTE DU MONCEL.

In-8, 5e édition; avec nombreuses figures dans le texte; 1867 .... 7 fr. 50 c.

LIBRAIRIE DE GAUTHIER VILLARS,
Quai des Augustins, 55.

PETIT TRAITÉ
DE PHYSIQUE,

A L'USAGE

DES ÉTABLISSEMENTS D'INSTRUCTION,

DES ASPIRANTS AUX BACCALAURÉATS ET DES CANDIDATS AUX ÉCOLES DU GOUVERNEMENT,

PAR M. J. JAMIN,
Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique et à la Faculté des Sciences de Paris.

In-8, avec nombreuses figures dans le texte; 1870.
Prix : 8 francs.

Depuis le commencement de ce siècle, la Physique a été renouvelée dans son ensemble. Fresnel a établi la Théorie de la Lumière, Ampère celle du Magnétisme; l'étude des vibrations sonores a été considérablement accrue; on a reconnu que l'ensemble des radiations émises par les corps échauffés se distingue par des réfrangibilités croissantes, non par des changements de nature et d'essence, et que par conséquent les diverses chaleurs rayonnantes, les lumières ou couleurs différentes et les rayons chimiques, ne sont que les notes distinctes d'une série de gammes, et ne diffèrent que par leur durée de vibration. Dans les dernières années enfin, on a démontré qu'un nombre

donné de calories peut se transformer en une quantité équivalente de travail mécanique et réciproquement, et que la chaleur, autrefois appelée *statique* et considérée comme un fluide, n'est autre chose que la somme des forces vives qui animent les molécules des corps chauffés. L'ensemble de ces remarquables progrès a fait justice d'anciennes hypothèses, et la Physique n'est plus ou ne sera bientôt plus qu'une Mécanique rationnelle où les forces naturelles exercent leur action sur les substances pesantes et sur un milieu spécial et unique, qui se nomme l'*éther*.

Cependant les Traités élémentaires semblent prendre à tâche de dissimuler ces idées générales, et de se contenter de détails sans liaison : le Magnétisme est toujours présenté comme dépendant d'un fluide; la Chaleur est réduite à des notions empiriques, on professe qu'elle se dissimule et devient *latente;* la Chaleur rayonnante est prise comme distincte de la Lumière, et l'on ne dit rien de la Théorie optique. — Le Livre élémentaire que nous offrons aujourd'hui au public est conçu dans un esprit différent. Dès les premiers mots l'Auteur démontre que la Chaleur est un mouvement moléculaire, et cette idée guide ensuite le lecteur dans toutes les expériences, et les explique. La Terre et les aimants n'étant que des solénoïdes, on fait dépendre le Magnétisme de l'Électricité. L'Acoustique montre dans leurs détails les vibrations longitudinales, transversales, circulaires et elliptiques; elle prépare à l'Optique. Cette dernière Partie enfin est l'étude des vibrations de toute sorte qui se produisent dans l'éther; les interférences et la polarisation sont expliquées de la manière la plus élémentaire, et la théorie vibratoire est rendue accessible à tous.

L'Auteur espère que les modifications qu'il propose dans l'enseignement de la Physique seront approuvées par ses Collègues, et qu'elles seront profitables aux Élèves en les délivrant de ce que les savants ont abandonné, en élevant leur esprit jusqu'à de plus hautes conceptions, en leur montrant l'ensemble philosophique d'une science déjà très-avancée et qui semble toucher à son terme.

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES,

Par l'Abbé MOIGNO.

1° **Analyse spectrale des corps célestes**; par *Huggins*.................... 1 fr. 50 c.
2° **Calorescence. — Influence des couleurs**; par *Tyndall*........................ 1 fr. 50 c.
3° **La Matière et la Force**; par *Tyndall*. 1 fr. 50 c.
4° **Les Éclairages modernes**; par l'Abbé *Moigno*. 2 fr.
5° **Sept Leçons de Physique générale**; par *A. Cauchy*.......................... 1 fr. 50 c.
6° **Physique moléculaire**; par l'Abbé *Moigno*. (*Épuisé*.)
7° **Chaleur et Froid**; par *Tyndall*.. 2 fr. »
8° **Sur la radiation**; par *Tyndall*... 1 fr. 25 c.
9° **Sur la force de combinaison des atomes**; par *Hofmann*.................. 1 fr. 50 c.
10° **Faraday inventeur**; par *Tyndall*. 2 fr. »
11° **Saccharimétrie optique, chimique et mélassimétrique**; par l'Abbé *Moigno*.... 3 fr. 50 c.
12° **La Science anglaise, son bilan**; par l'Abbé *Moigno*.......................... 2 fr. 50 c.
13° **Mélanges de Physique et de Chimie pures et appliquées**; par *Frankland*, *Graham*, *Macquorn-Rankine*, *Perkin*, *Henry Sainte-Claire Deville*, *Tyndall*............... 3 fr. 50 c.
14° **Constitution de la Matière et ses mouvements**. Nature et cause de la pesanteur; par le P. *Leray*........................ 2 fr.
15° **Les Aliments**; par *Letheby*........... 3 fr.
16° **Esquisse historique de la Théorie dynamique de la Chaleur**; par *P.-G. Tait*.. 3 fr. 50 c.

17° **Théorie du Vélocipède. — Sur les lois de l'écoulement de la vapeur;** par *Macquorn-Rankine*..................... 1 fr. 25 c.

18° **Les Métamorphoses chimiques du carbone;** par *Odling*..................... ... 2 fr.

19° **Programme d'un cours en sept leçons sur les phénomènes et les théories électriques,** par *Tyndall*.................. 1 fr. 50 c.

20° **Géologie des Alpes et du tunnel des Alpes;** par *Élie de Beaumont* et *Sismonda*.... 2 fr.

21° **La Science anglaise, son bilan en 1869;** (réunion à Exeter)............ 3 fr. 50 c.

22° **La Lumière;** par *Tyndall*............ 2 fr.

23° **Recherches sur les Agents explosifs modernes et sur leurs applications récentes;** par l'Abbé *Moigno*................. 2 fr.

24° **Religion et Patrie;** par l'Abbé *Moigno*. 1 fr. 50 c.

25° **Éléments de Thermodynamique;** par M. *J. Moutier*..................... 2 fr. 50 c.

26° **Sur la Force de la poudre et des matières explosives;** par M. *Berthelot*. 3 fr. 50 c.

27° **Sursaturation des solutions;** par *Tomlinson*......................... .... 2 fr.

28° **Optique moléculaire. Effets de précipitation, de décomposition, d'illumination produits par la lumière;** par l'Abbé *Moigno*.. 2 fr. 50 c.

29° **L'Architecture du monde des atomes,** avec 100 fig. dans le texte; par *Gaudin*... 5 fr.

30° **Étude sur les éclairs;** par *P. Perrin*. 2 fr. 50 c.

31° **Manuel pratique militaire des chemins de fer;** par le Capitaine *Issalène*... 2 fr. 50 c.

32° **Instruction sur les Paratonnerres;** par *Pouillet* et *Gay-Lussac;* avec 58 fig. et pl. 2 fr. 50 c.

33° **Tables barométriques et hypsométriques**

pour le calcul des hauteurs; précédées d'une *instruction*; par M. *Radau*............ 1 fr.

34° **Les passages de Vénus sur le disque solaire,** avec figures; par *Edm. Dubois*.... 3 fr. 50 c.

35° **Manuel élémentaire de Photographie au collodion humide,** avec figures; par *Dumoulin*.......................... 1 fr. 50 c.

36° **Problèmes plaisants et délectables qui se font par les nombres**; par *Bachet, sieur de Méziriac*. 3ᵉ édition, revue par *Labosne*. Un joli volume petit in-8, elzévir, papier vergé, couverture parchemin (tiré à petit nombre). 6 fr.

37° **La Chaleur,** considérée comme un mode de mouvement; par *Tyndall*. 2ᵉ édition française; 1874.......................... 8 fr.

IIᵉ Série. — *Cours de Science illustrée.*

1° **L'Art des projections**; par l'Abbé *Moigno* (103 fig. dans le texte)......... 2 fr. 50 c.

2° **La Photomicrographie** en 100 tableaux pour projection; par M. *Jules Girard*. 1 fr. 50 c.

3° **Les Accidents.** Secours à donner en cas d'absence de l'homme de l'art; par *Alfred Smée*. 1 fr. 25 c.

4° **L'Anatomie et l'Histologie, enseignées par les projections lumineuses**; par le Dʳ *Le Bon*................................ 1 fr.

TRAITÉ
D'ASTRONOMIE
POUR LES GENS DU MONDE,

AVEC DES NOTES COMPLÉMENTAIRES
Pour les Candidats au Baccalauréat, aux Écoles spéciales et à la Licence ès Sciences mathématiques;

Par M. FRÉDÉRIC PETIT,

Chevalier de la Légion d'honneur, Correspondant de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Toulouse, Professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de la même ville, Membre de plusieurs Sociétés savantes.

2 VOLUMES IN-18 JÉSUS, AVEC 286 FIGURES DANS LE TEXTE ET UNE CARTE CÉLESTE. — PRIX : 7 FRANCS.

En envoyant à l'Éditeur un mandat sur la poste ou des timbres-poste, on recevra l'Ouvrage ranco dans toute la France.

PRÉFACE.

En me décidant à publier, après tant de bons Traités d'Astronomie, les Leçons que j'ai professées pendant vingt-sept ans, pour les gens du monde, à l'Observatoire de Toulouse, je ne puis avoir d'autre prétention que celle de répondre aux demandes bienveillantes qui me sont journellement adressées. Je n'entreprendrai donc pas de faire ici l'apologie de mon œuvre; et je me borne à dire qu'elle est le résultat d'une longue expérience et que les Leçons

dont il s'agit ont établi, entre les auditeurs et le Directeur de l'Observatoire, ces émanations sympathiques auxquelles, d'ordinaire, le Professeur doit presque tout le mérite qu'il peut avoir.

N'ayant au début l'intention d'écrire que pour les simples amateurs d'Astronomie, j'ai été conduit peu à peu à donner plus de développements que je n'avais d'abord projeté de le faire. Mon Ouvrage pourra donc aujourd'hui répondre en même temps, soit aux désirs des gens du monde, soit aux exigences des Programmes officiels pour le Baccalauréat, pour les Écoles spéciales et pour la Licence ès Sciences mathématiques. Seulement, afin de rester fidèle aux habitudes qui sont devenues la cause déterminante de ma publication, j'ai réuni les détails trop abstraits dans des Notes complémentaires. Quant au texte, à peu près complétement dépouillé des difficultés mathématiques, je l'ai divisé par Leçons, et j'ai pris à tâche de l'écrire, autant que possible, comme j'aurais parlé devant mes auditeurs. Aussi prierai-je les personnes qui voudront bien me lire sans m'avoir entendu, d'accueillir avec indulgence l'abandon auquel j'ai pu quelquefois me laisser entraîner. Cette manière m'a paru toujours réussir en instruisant, sans le fatiguer, l'auditoire élégant et nombreux que le désir d'étudier les phénomènes du Ciel appelait à l'Observatoire; car elle est devenue la source d'un long échange d'affectueux témoignages, sous le patronage desquels je crois pouvoir placer d'avance le Traité dont je viens d'entreprendre la rédaction.

F. Petit.

1340.—Paris. Imp. Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES.


ΕΙ Ο ΘΕΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΕ

L'ASTRONOMIE PRATIQUE

ET

LES OBSERVATOIRES

EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE,

DEPUIS LE MILIEU DU XVIIe SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS;

PAR

C. ANDRÉ, | G. RAYET,

ASTRONOMES ADJOINTS DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

DEUXIÈME PARTIE.

ÉCOSSE, IRLANDE ET COLONIES ANGLAISES.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874

INTRODUCTION.

Ce volume, qui complète l'histoire de l'Astronomie pratique dans le royaume uni de la Grande-Bretagne, renferme la description des observatoires de l'Écosse, de l'Irlande et des Colonies anglaises.

On y a joint une analyse des travaux géodésiques faits dans les Indes anglaises, travaux gigantesques et qui surpassent en étendue tous ceux que les autres nations européennes ont accomplis depuis le commencement de ce siècle.

AVERTISSEMENT.

A moins d'indications contraires, toutes les mesures données dans cet Ouvrage en pieds et pouces sont des mesures anglaises :

1 Pied (Foot)	30^{c},48
1 Pouce (Inch)	2,54

DEUXIÈME PARTIE.

ÉCOSSE, IRLANDE ET COLONIES ANGLAISES.



Carte des Observatoires d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande.

OBSERVATOIRES D'ÉCOSSE.

CHAPITRE PREMIER.

OBSERVATOIRE ROYAL D'ÉDIMBOURG.

L'Observatoire d'Édimbourg est de fondation récente; il a été construit en 1818, sur la colline de Calton, située au nord-est de cette ville. A cette époque, il existait déjà sur cette hauteur une ancienne tour (*fig.* 2) destinée à servir d'Observatoire, et qui avait été élevée de 1776 à 1792, à l'aide de fonds obtenus par une souscription publique; mais ce bâtiment, dont la forme se prêtait mal à l'installation des lunettes méridiennes et des cercles muraux, n'avait jamais servi à faire une seule observation exacte. La chaire d'Astronomie pratique, fondée en 1786 à l'Université d'Édimbourg et dont le titulaire était directeur de l'Observatoire, était également une véritable sinécure. Robert Blair, qui fut le premier professeur d'Astronomie pratique, occupa ce poste pendant quarante-huit ans, sans faire ni leçons ni observations. Il faut dire à sa décharge qu'il ne disposait d'aucun instrument.

Ajoutons, d'ailleurs, que Robert Blair s'occupait assidûment de recherches tendant à obtenir l'achromatisme des

objectifs au moyen de lentilles à liquides, seul moyen considéré alors comme possible pour obtenir un pareil résultat.

En 1812, l'Observatoire du *Calton Hill* était encore inoccupé et serait sans doute resté longtemps inutile si John Playfair, membre de l'Université d'Édimbourg, physicien écossais distingué, jaloux de la supériorité scientifique de l'Angleterre et fort passionné pour les études astronomiques, n'avait entrepris de lui donner enfin la vie. Grâce à ses efforts persévérants, il se fonda, dans l'antique capitale de l'Écosse, une Société astronomique qui prit pour but l'établissement de deux Observatoires : un Observatoire scientifique, muni des meilleurs instruments et pouvant servir à des observations exactes, un Observatoire populaire, astronomique et météorologique. Comme on le fit autrefois en France, pour la construction de la carte topographique du royaume, cette Société était montée par actions au porteur, de 25 livres (625 fr.) chacune; la Société reçut en don de la municipalité d'Édimbourg la propriété de la tour du *Calton Hill* et d'un petit terrain l'environnant.

La tour fut réservée à l'Observatoire populaire, et en 1818 on posa la première pierre de l'Observatoire astronomique (*fig.* 3). En même temps, on commanda à Repsold une lunette méridienne, à Troughton un cercle mural et un instrument de hauteur et d'azimut; mais les fonds primitifs furent épuisés par la construction du bâtiment, et, la Société se trouvant hors d'état de payer ses commandes, aucun instrument ne fut livré. Cette situation dura jusqu'en 1830, époque où la Société obtint du gouvernement une subvention de 2000 livres (50 000 fr.)

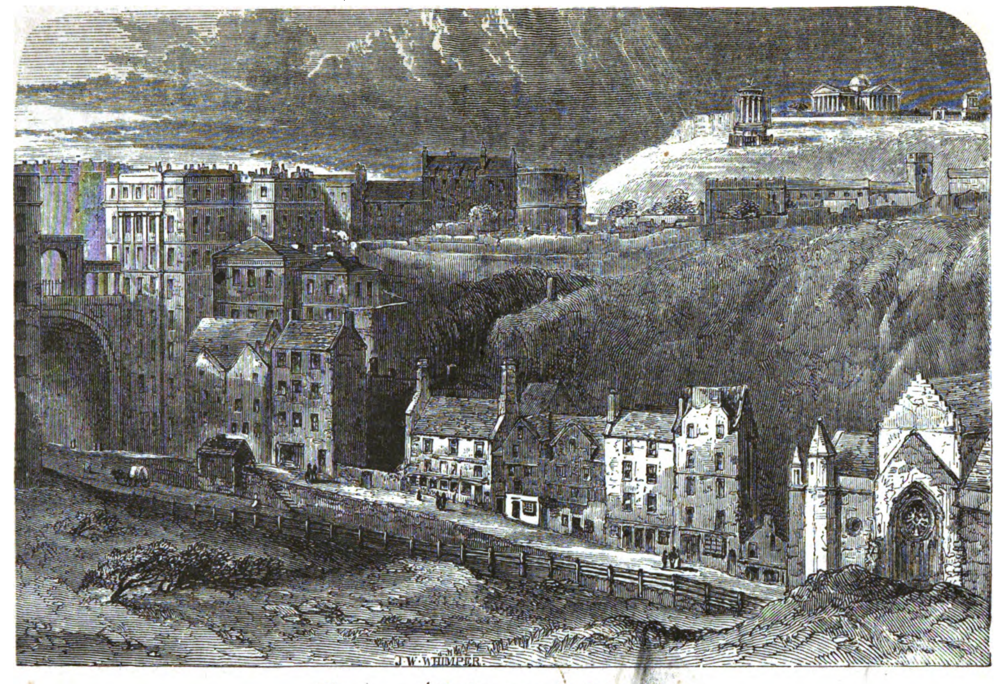


Fig. 2. — Édimbourg et le Calton Hill.

avec laquelle elle se libéra de ses engagements vis-à-vis de Repsold et Troughton.

Désormais l'Observatoire était riche en instruments ; mais pour les utiliser il fallait un personnel, et les fonds manquant pour l'appointer, la Société se décida en 1834 à céder au gouvernement l'usage illimité de son Observatoire, à la condition qu'il y entretiendrait un astronome et un assistant.

Les fonctions d'astronome devaient d'ailleurs être réunies à celles de professeur d'Astronomie pratique à l'Université d'Édimbourg, et ce dernier joindre désormais à ce titre celui d'*Astronome royal pour l'Écosse;* son traitement fut fixé à 300 livres (7500 fr.), celui de l'assistant à 100 livres (2500 fr.), et le gouvernement y ajouta une nouvelle somme de 100 livres (2500 fr.) pour les menus frais de l'établissement. La Société astronomique conservait la propriété de l'Observatoire.

Le premier *Astronome royal pour l'Écosse* fut Henderson, né à Dundee, le 28 décembre 1798. Fils d'un négociant aisé, il reçut, à l'Académie de Dundee, une brillante éducation; puis, comme à l'exemple de son frère aîné il était destiné au barreau, il entra à l'âge de quinze ans chez un *Sollicitor* de Dundee où il resta six ans; plus tard il se rendit à Édimbourg pour compléter ses études de droit, et devenir secrétaire particulier d'un *Lord Advocate*. Déjà, pendant son séjour à Dundee, il avait montré un grand penchant pour l'Astronomie, et dès son arrivée à Édimbourg il fit de grands efforts pour obtenir l'accès de l'Observatoire du Calton Hill; il y réussit, grâce à la protection du professeur Wallace. L'Observatoire possédait à cette époque une petite lunette méridienne de 2,5 pieds

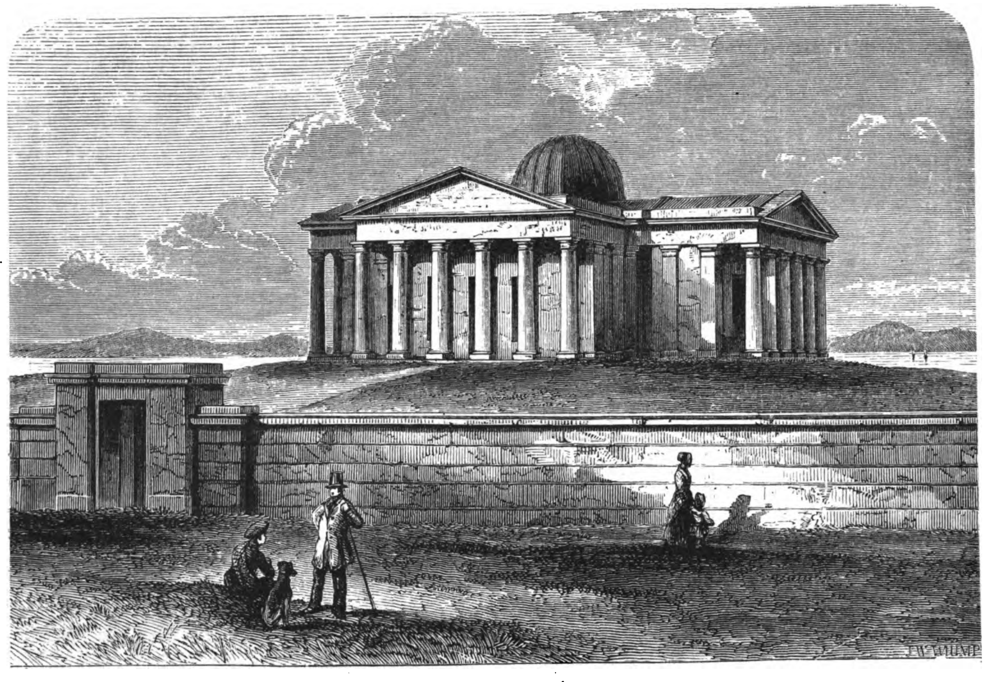


Fig. 3. — Observatoire d'Édimbourg.

de distance focale, un instrument d'azimut et de hauteur et une pendule astronomique. Avec ces instruments, Henderson se livra assidûment à l'étude du ciel; en même temps il se familiarisait avec les méthodes de réduction des observations, s'exerçait au calcul des occultations et des éclipses, et à la détermination des orbites des comètes. Ainsi, en 1825, il publie un Mémoire sur la détermination des longitudes à l'aide des observations de la Lune en ascension droite, et en 1826 il donne une méthode remarquable pour déduire la parallaxe du Soleil des observations des passages de Vénus; enfin le *Nautical Almanac* pour 1827 contient de lui une méthode nouvelle pour le calcul des occultations des étoiles par la Lune.

A trente ans, Henderson était donc devenu un astronome calculateur des plus habiles, et, en 1829, Thomas Young le désignait par son testament comme seul capable de lui succéder dans la rédaction du *Nautical Almanac;* il en fut chargé conjointement avec Pond, alors astronome royal, jusqu'en 1831, époque à laquelle il fut nommé directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance.

Arrivé dans cette colonie en avril 1832, il n'y resta que jusqu'en mai 1833; la fatigue, le climat qui lui était contraire, le mauvais état dans lequel le gouvernement anglais laissait alors l'Observatoire et l'inutilité de ses réclamations, quelque fréquentes qu'elles fussent, le forcèrent à revenir en Europe. Il avait fait, pendant ce court intervalle, un grand nombre d'observations de planètes, de comètes et d'étoiles, et avait rassemblé les matériaux nécessaires à la publication de nombreux Mémoires, à la détermination de la parallaxe de α du Centaure et de Si-

rius, et à la formation d'un Catalogue d'un grand nombre d'étoiles du ciel austral.

Le 18 août 1834, sur la recommandation de Pond, Henderson fut nommé astronome royal pour l'Écosse. Le *warrant* royal qui lui confiait ces importantes fonctions le requérait « de s'appliquer avec activité et zèle à faire des observations pour l'avancement de l'Astronomie, de la Géographie, de la navigation et des branches connexes ». Ce programme fut scrupuleusement suivi, et l'activité d'Henderson fut telle, que du mois d'octobre 1834, où il commença ses observations, au mois de novembre 1844, époque de sa mort, il fit avec son assistant plus de soixante mille observations, ayant trait principalement aux planètes et aux étoiles zodiacales. La moitié de ces observations fut réduite par lui et publiée aux frais du gouvernement; l'autre moitié a été calculée et imprimée par les soins de son successeur. En outre, il réduisit et discuta les nombreuses observations qu'il avait faites au Cap.

Après la nomination d'Henderson à l'Observatoire d'Édimbourg, les réunions de la Société astronomique d'Écosse devinrent de moins en moins fréquentes, et en 1843 elles avaient complètement cessé; elle fut convoquée de nouveau extraordinairement, en juillet 1846, lors de l'installation du successeur d'Henderson. Celui-ci voulait obtenir de la Société, propriétaire des bâtiments, une somme de 500 livres (12 500 fr.) pour faire à l'édifice des réparations indispensables. Quelques membres proposèrent alors de céder à la Couronne la propriété absolue des deux Observatoires et de leurs instruments, sous des conditions garantissant l'exécution fidèle du

programme tracé par la Société lors de sa fondation. Cette proposition fut acceptée et les négociations entamées avec le gouvernement aboutirent à la convention suivante :

1° L'Observatoire d'Édimbourg continuera à être une institution indépendante, placée sous la direction du professeur d'Astronomie pratique à l'Université.

2° L'Observatoire sera inspecté chaque année par un bureau de visiteurs composé de dix membres, dont cinq nommés par la Société astronomique, cinq par le gouvernement. Après avoir entendu la lecture du rapport de l'astronome royal, ce bureau devra rendre compte au gouvernement et à la Société de l'état dans lequel il a trouvé l'Observatoire et faire aussi telles propositions qu'il jugera convenables.

Cette organisation de l'Observatoire d'Édimbourg est encore en vigueur aujourd'hui.

Le second astronome royal pour l'Écosse fut M. Charles Piazzi Smyth, alors attaché comme assistant à l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance.

M. Piazzi Smyth, né à Naples le 3 janvier 1819, avait été de 1835 à 1845 le seul assistant de Thomas Maclear; il prit part aux nombreuses observations que celui-ci fit au Cap de Bonne-Espérance, au cercle mural et à l'instrument des passages, ainsi qu'à ses observations extraméridiennes; enfin il contribua aux opérations géodésiques entreprises par ce célèbre astronome pour vérifier et prolonger l'arc du méridien mesuré autrefois par l'abbé de la Caille dans son mémorable voyage.

Le nouvel astronome royal pour l'Écosse prit possession de l'Observatoire d'Édimbourg en février 1846.

Les bâtiments menaçaient ruine et les instruments demandaient des perfectionnements; le premier soin de M. C. Piazzi Smyth fut de remettre toutes choses en état; après quoi et jusqu'en 1856 il reprit d'une façon régulière les observations méridiennes; en même temps il continuait la réduction des observations d'Henderson, travail qui fut achevé en 1852, publiait une étude sur la théorie physique des comètes, et un beau Mémoire sur les protubérances roses visibles pendant les éclipses totales de Soleil. Enfin, dans les derniers mois de 1855, il installait sur le *Calton Hill* un *Time-Ball* analogue à celui de Greenwich; c'est une grosse boule (*fig.* 4) suspendue à une potence élevée, qu'un mécanisme électrique laisse tomber à une heure déterminée ($1^h 0^m 0^s$, t. m. de Greenwich) et sur la chute de laquelle les capitaines de navire règlent leurs chronomètres.

Dans l'été de 1856, M. Piazzi Smyth fut envoyé par les lords de l'Amirauté au pic de Ténériffe pour y mettre à exécution un projet que lui avaient suggéré les observations faites pendant son séjour au Cap de Bonne-Espérance sur les montagnes les plus élevées de ce pays, et étudier l'influence de l'atmosphère sur les observations astronomiques; il s'agissait de savoir quel degré de netteté acquiert la vision à mesure qu'on s'élève, laissant ainsi au-dessous de soi les couches d'air les plus inférieures toujours chargées de vapeurs. Les changements qu'éprouve le spectre solaire lorsque le Soleil passe de l'horizon au zénith l'amenèrent à la découverte et à la description exacte et détaillée des raies telluriques, entrevues autrefois par Brewster et dont M. Janssen a fait une étude complète dans ces dernières années. La relation de son voyage a été publiée

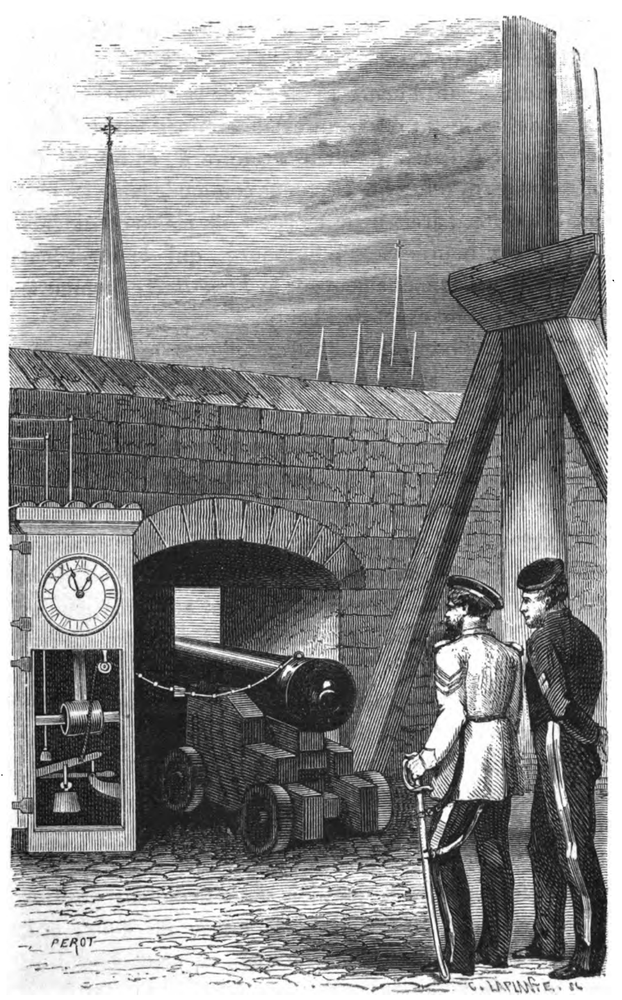
sous le titre « *Teneriffe, an astronomer experiment, or speciality of a residence above the clouds.*

Ce voyage fut pour lui l'occasion de quelques travaux d'Astronomie nautique : il perfectionna les observations de hauteur en mer, et simplifia considérablement les instruments employés en Astronomie géographique et nautique.

A son retour il continua les travaux réguliers de l'Observatoire d'Édimbourg, observant à l'instrument des passages et au cercle mural les étoiles dans lesquelles on soupçonnait un mouvement propre ; toutes les observations faites jusqu'en 1870 ont été réduites et publiées dans les *Annales de l'Observatoire d'Édimbourg* (*Astronomical Observations made at the Royal Observatory, Edinburgh*).

En 1858 le gouvernement le mit à la tête du Département de la Statistique générale des naissances, décès..... de l'Écosse, et lui confia la haute direction de la réduction des observations météorologiques faites chaque jour dans les cinquante-cinq stations établies par les soins de la Société météorologique d'Écosse. Ce travail, dont le relevé est adressé chaque mois au gouvernement, absorbe une grande partie des forces, d'ailleurs bien restreintes, de l'Observatoire royal d'Édimbourg. Les résultats ne sont en général publiés *in extenso* que dans les Rapports du *general Register;* mais un résumé de toute la série des observations faites de 1858 à 1870 se trouve dans le XIII[e] volume des *Annales de l'Observatoire*, publié en 1871, ainsi qu'une longue série d'observations de la *température du sol*, faites à Calton Hill, de 1836 à 1870, avec tout le degré d'exactitude qu'Arago avait introduit dans cet ordre de recherches.

Fig. 4.



Time-Ball et Time-Gun de l'Observatoire d'Édimbourg.

Tout récemment enfin on a substitué au *Time-Ball* établi en 1855 un *Time-Gun* (*fig.* 4); c'est-à-dire que l'on signale maintenant l'heure au moyen de la détonation d'un canon (de 20 livres de Londres) déterminée par un courant électrique parti de l'Observatoire à $1^h\ 0^m\ 0^s$. Ce nouveau signal, outre qu'il est plus commode pour les marins, a encore, paraît-il, le mérite « de plaire considérablement aux bourgeois d'Édimbourg, qui le regardent comme un perfectionnement sur le *Time-Ball* et comme le seul signal public exact de l'heure. »

Outre ces observations astronomiques ou météorologiques régulières, l'astronome royal pour l'Écosse a publié dans ces dernières années des Mémoires spéciaux sur l'étude de quelques phénomènes remarquables, comme le spectre de l'aurore boréale et la tempête de vent du nord du 6 octobre 1859. De plus, dans plusieurs voyages en Égypte, il a fait de nombreuses mesures destinées à étendre et à compléter les observations scientifiques de la grande pyramide, si bien commencées autrefois par les académiciens français, durant l'expédition du général Bonaparte.

De temps à autre, depuis 1850, l'astronome royal a essayé, en vertu de son titre supplémentaire de professeur d'Astronomie, de faire une série de leçons à l'Université, mais il dut chaque fois les interrompre : « Ce cours ne faisant pas partie du programme des études exigées pour obtenir *les degrés* (les grades), les jeunes Écossais, toujours préoccupés de la question sérieuse de leur position future, refusent obstinément de suivre un cours qui, comme celui d'Astronomie pratique, ne peut conduire à aucune profession largement rémunératrice. Au contraire,

dans la même Université, ils suivent avec ardeur les cours de Théologie, de Droit, de Médecine, qui peuvent leur fournir les moyens de se suffire rapidement à eux-mêmes et d'avoir plus tard une position honorable et lucrative : l'Astronomie pratique ne leur fournirait, au contraire, que des chances excessivement faibles d'arriver à des appointements médiocres ; en suivant cette voie ils seraient, en outre, obligés de se livrer à un travail excessivement pénible aussi longtemps qu'ils le pourraient et sans aucune certitude d'avoir leur repos assuré lorsque, avec l'âge, les forces viendront à leur manquer (1). »

D'ailleurs, l'Observatoire royal d'Édimbourg, gouverné de fait par le Grand-Office de Londres, est victime des tendances centralisatrices qui dominent actuellement en Angleterre ; son budget est fort réduit, et l'astronome royal pour l'Écosse est obligé de lutter sans cesse contre des difficultés toujours renaissantes, non pas pour chercher à mettre son Observatoire au même rang que ces splendides établissements armés d'un nombreux personnel et d'un fort budget, mais seulement pour le faire vivre modestement et diriger ses faibles forces dans la voie la plus utile. Aussi l'idée dominante de la direction actuelle est-elle, non pas d'entreprendre les travaux pour lesquels d'autres Observatoires sont abondamment pourvus, mais de rechercher les sujets d'études négligés ailleurs, et qui peuvent être poursuivis avec de vieux instruments, peu d'argent et peu de personnel.

Cependant une première satisfaction partielle vient d'être

(1) Extrait d'une lettre de M. Piazzi Smyth à l'un de nous.

obtenue par l'astronome royal d'Édimbourg : on lui a tout récemment accordé les fonds nécessaires à la construction d'un grand équatorial. Cet instrument, commandé à Grubb (de Dublin), est aujourd'hui presque complétement installé sous une coupole commode, et pourra utilement servir à la science dès que M. Piazzi Smyth aura obtenu l'argent indispensable au traitement d'un aide nouveau.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRE UNIVERSITAIRE DE GLASGOW.

A 65 kilomètres ouest d'Édimbourg, sur la rive droite de la Clyde, s'élève la ville de Glasgow, qui compte près de 370 000 habitants, et qui possède l'Université la plus ancienne (elle fut fondée en 1450, par William Turnbull, évêque de Glasgow) et la plus riche d'Écosse, Université que fréquentent encore aujourd'hui près de quinze cents étudiants. Vers 1840, époque où la science astronomique prit en Angleterre son plus grand essor, on fonda un Observatoire à Glasgow, à l'aide d'une souscription publique, d'un subside de l'Université et d'un secours de l'État.

Ici, comme à Édimbourg, la majeure partie des fonds fut employée à l'érection du bâtiment, et à l'origine l'Observatoire n'eut, en fait d'instruments, qu'un cercle méridien de Ertel, de 3, 5 pieds de diamètre, dont la lunette avait 8 pieds de distance focale et 6 pouces d'ouverture.

La direction de l'Observatoire fut confiée au professeur d'Astronomie pratique à l'Université; cette chaire,

dont la fondation remonte à l'an 1760, était alors occupée par John Pringle Nichol, qui, avec le marquis de Breadolbane, chancelier de l'Université, avait été l'un des plus ardents promoteurs de la nouvelle institution.

J. Nichol, né en 1804, à Brechin, dans le Forfarshire, fit son éducation au Collége du roi, à Aberdeen. Il professa ensuite dans un grand nombre d'établissements d'instruction d'Angleterre, et fut enfin nommé, en 1836, professeur d'Astronomie à l'Université de Glasgow.

Surtout préoccupé de son enseignement, où il excellait, Nichol ne paraît pas avoir fait d'observations suivies; mais il a publié plusieurs ouvrages d'Astronomie populaire, qui eurent un grand succès, et il établit à l'Observatoire un système d'observations météorologiques, qui fut continué jusqu'en 1867.

En juin 1855, et grâce à la générosité du chancelier de l'Université, on put installer un grand équatorial : c'est un télescope dont le miroir a 15 pieds de distance focale. Nichol et le marquis de Breadolbane s'en servirent pour prendre une série de photographies de la Lune, qui furent, à cette époque, beaucoup remarquées.

Quelques années après, le 19 septembre 1859, le docteur Nichol mourut à Rothesay. Son successeur (mai 1860) à la chaire d'Astronomie et à la direction de l'Observatoire fut M. Robert Grant, déjà connu par une histoire de l'*Astronomie physique,* publiée en 1852.

Avec lui, l'Observatoire de Glasgow entra dans une voie nouvelle et rendit désormais à la science de réels services. Tout en continuant les observations météorologiques de son prédécesseur, il commença une série d'observations méridiennes qui depuis a toujours été conti-

nuée, celles de petites planètes et d'étoiles de 6e, 7e et 8e grandeur, choisies dans le B. A. C. (*British Association Catalogue*) et le Catalogue d'Armagh; d'un autre côté, on transmet électriquement l'heure de l'Observatoire au *Time-Ball* du port de la Clyde et aux parties centrales de la ville, d'après la méthode que M. Hartnup pratique avec tant de succès à Liverpool (Ire Partie, p. 81 et suiv.).

Mais, pour compléter les travaux de l'Observatoire, il fallait un bon équatorial; le télescope à réflexion n'avait point, en effet, assez de stabilité pour permettre des mesures. Le professeur Grant fut assez heureux pour intéresser à cette question quelques riches habitants de la ville, et obtenir par voie de souscription les fonds nécessaires à l'acquisition et à l'installation de l'instrument qui lui manquait. On fit choix d'un équatorial, dont la lunette a 9 pouces d'ouverture et qui avait appartenu à l'Observatoire établi à Ochtertyre, dans le Fortshire, par sir William Keith Murray.

Cet instrument, monté en 1862, a été muni d'un micromètre de Simms; M. Grant l'emploie surtout à des mesures d'étoiles doubles et des observations différentielles de petites planètes.

En 1864, le cercle méridien reçut de grands perfectionnements; on lui adapta un nouvel oculaire semblable à celui du cercle méridien de Greenwich, et deux nouveaux microscopes micrométriques lui furent ajoutés.

Enfin, l'Observatoire de Glasgow ayant été choisi par la Commission météorologique de la Société royale comme une des stations météorologiques d'Écosse, cet établissement reçut une collection complète d'instruments météorologiques enregistreurs; leur installation a été termi-

née à la fin de 1867, et la série nouvelle d'observations commença au 1er janvier 1868. Les résultats sont transmis à l'Observatoire de Kew, qui les fait passer au bureau central de la Commission à Londres.

M. Grant dirige encore actuellement l'Observatoire de Glasgow et pousse activement la réduction et la publication des observations faites depuis 1860, ainsi que la publication des Catalogues auxquels elles servent de base.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRE DE LORD LINDSAY (DUN ECHT, ABERDEEN SHIRE, ÉCOSSE).

Au commencement de l'année 1872, M. Airy, directeur de l'Observatoire de Greenwich, démontrait dans une des séances de la Société royale astronomique de Londres la nécessité d'avoir en Angleterre un Observatoire exclusivement destiné à l'observation des différents phénomènes que présentent les satellites de Jupiter. C'est en effet l'un des bons moyens d'arriver à une connaissance exacte de la masse de cette planète, notion fort importante dans les calculs des orbites de quelques comètes, et surtout des planètes télescopiques comprises entre Mars et Jupiter.

Un mois après, un des riches propriétaires d'Écosse, lord Lindsay, annonçait à la Société qu'il réaliserait le vœu de M. Airy dans son Observatoire, alors en création à Dun Echt. Telle est l'origine de cet établissement astronomique.

En même temps qu'il poursuivait la construction de son

Observatoire, dont les bâtiments sont terminés depuis le mois d'octobre dernier, lord Lindsay préparait à grands frais (les dépenses de l'expédition sont évaluées à environ 400 000 francs) une expédition gigantesque, destinée à observer à l'île Maurice le passage de Vénus du 8 décembre 1874. A cet effet, des instruments ont été commandés par le noble Lord à tous les constructeurs de l'Europe : à Hambourg, Repsold fait pour lui un héliomètre, à Dublin c'est un équatorial que l'on prépare chez Grubb; à York, M. Cooke construit un second équatorial. Enfin, l'été dernier, lord Lindsay, ayant eu l'occasion d'étudier par lui-même à Paris les qualités du sidérostat de Foucault, a commandé à MM. Eichens et Martin un instrument de ce genre (*fig.* 5), destiné à l'observation photographique des phénomènes que présentera le passage de Vénus.

Pendant ce temps, les travaux de construction continuaient en Angleterre; les instruments se montaient et s'installaient, et en janvier 1873 on déterminait la latitude du nouvel Observatoire.

L'établissement fondé par lord Lindsay est d'ailleurs l'un des plus riches et des mieux outillés de l'Angleterre. Il possède dès aujourd'hui :

1° Un cercle méridien de Troughton et Simms, semblable à celui de l'Observatoire de Cambridge, de 8 pouces d'ouverture et 8 pieds de distance focale;

2° Un équatorial de Grubb, de 15 pouces d'ouverture et 15 pieds de foyer;

3° Un équatorial de Cooke, de 6 pouces d'ouverture et 6 pieds de foyer;

4° Un héliomètre de Repsold, de 4 pouces d'ouverture et 15 pieds de foyer;

Fig. 5.



Sidérostat de Léon Foucault (le miroir a $0^{m},30$ de diamètre).

5° Un télescope métallique de Grubb (les Anglais préfèrent en général les miroirs métalliques aux miroirs en

verre argenté de Foucault), disposé suivant le système Cassegrain et monté équatorialement;

6° Un grand chronographe avec quatre cylindres d'enregistrement;

7° Un altazimut de Troughton et Simms, dont les cercles ont 12 pouces de diamètre;

8° Un sidérostat de MM. Eichens et Martin, dont le miroir a $0^m,40$ de diamètre, installé au nord d'une lunette à long foyer de $0^m,10$ d'ouverture et $12^m,20$ de foyer, et un laboratoire photographique.

Les soins réclamés par la commande et l'installation d'un matériel aussi considérable, les préparatifs de l'expédition à l'île Maurice ont absorbé jusqu'ici presque tout le temps de lord Lindsay et de son astronome, M. Gill; néanmoins, après une étude complète de l'héliomètre et du cercle méridien, ils ont mesuré les distances et les angles de position des étoiles les plus brillantes des Pléiades. Aussitôt après leur retour de l'île Maurice, les travaux de l'Observatoire de Dun Echt commenceront réellement, et l'on y suivra les phénomènes des satellites de Jupiter.

OBSERVATOIRES D'IRLANDE.

CHAPITRE PREMIER.

OBSERVATOIRE ROYAL DE DUBLIN.

L'Observatoire du collége de la Trinité, situé à 4 milles environ de Dublin, au sommet de la colline de Dunsink, dont l'altitude est d'environ 300 pieds et du haut de laquelle on a l'un des plus beaux points de vue du monde, a été fondé en 1774, à l'aide d'un legs fait au collége de la Trinité par le docteur Francis Andrews, prévôt de cet établissement. Ce savant avait légué une somme de 3000 livres (75 000 francs) pour la construction d'un Observatoire, et une rente de 250 livres (6250 francs), affectée au traitement du personnel et à l'entretien des bâtiments.

La construction, commencée sous la direction du docteur Henry Ussher, alors professeur d'Astronomie à l'Université, ne fut achevée qu'en 1792, deux ans après sa mort. Le bâtiment (*fig.* 6), isolé au milieu d'un vaste parc, se compose d'une tour, flanquée latéralement de deux ailes : l'une, à l'est, renferme la salle méridienne; l'autre, à l'ouest, sert de logement au directeur ; au sommet de la tour est montée une lunette équatoriale.

Peu après la mort d'Ussher, une licence de main-morte, qui rendait l'Observatoire établissement indépendant, fut obtenue de la Couronne, et le *Andrews professor of Astronomy in the University of Dublin* ajouta à ce titre celui de *Royal Astronomer for Ireland*. L'astronome royal pour l'Irlande est nommé par le prévôt et les plus anciens membres du collége de la Trinité; ces derniers visitent chaque année l'Observatoire et ont le droit d'en modifier les règlements. En 1831, le traitement de l'astronome royal a été porté à 700 livres (17500 francs), somme sur laquelle il doit prélever 92 livres (2300 francs) comme traitement de son assistant, qui n'est point logé dans l'Observatoire.

Le premier astronome royal pour l'Irlande fut John Brinkley, né en 1763 à Woodbridge (Suffolk). Après avoir fait son éducation à l'Université de Cambridge, il était devenu assistant à l'Observatoire de Greenwich, alors dirigé par Maskelyne, et c'est sur la recommandation de cet astronome qu'il fut nommé, en mai 1792, directeur de l'Observatoire de Dunsink.

Le seul instrument que possédait alors cet établissement, à peine achevé, était une belle lunette méridienne de Ramsden, de 6 pieds de distance focale et 4,25 pouces d'ouverture; un peu plus tard, le même constructeur installa à l'Observatoire, sur le modèle de celui qu'il avait construit pour l'astronome Piazzi, de Palerme, un cercle méridien, dont la lunette avait 8 pieds de foyer et 4 pouces d'ouverture.

Brinkley fit, dès lors, une série régulière d'observations d'étoiles fondamentales, du Soleil, de la Lune et des planètes, qui le conduisirent à la formation d'un

Catalogue des distances polaires de quarante-sept étoiles fondamentales (1814). En même temps, l'astronome royal publiait une nouvelle théorie des réfractions astronomiques, ainsi qu'une méthode de calcul destinée à

Fig. 6.



Observatoire de Dunsink.

faciliter la correction des erreurs qu'elles apportent dans les observations (1814-1820). On lui doit aussi des mesures de l'obliquité de l'écliptique, des constantes de l'aberration de la lumière (1819) et de la nutation lunisolaire (1822), constantes qui furent alors adoptées par la Société royale astronomique pour la construction de son Catalogue.

D'un autre côté, il s'appliqua avec assiduité à élucider

le sujet, alors difficile, de la détermination des parallaxes des étoiles. En 1823, l'astronome royal publia une détermination de la parallaxe de plusieurs étoiles et, en particulier, de Wéga (α de la Lyre); ce fut le sujet d'une discussion très-vive entre lui et Pond, alors astronome royal d'Angleterre; celui-ci prétendait, et il s'appuyait pour cela sur les observations de Greenwich, que cette étoile avait une parallaxe nulle; sur ses instances M. Airy institua une série d'expériences, pour décider la question. Brinkley avait tort, en effet, et la parallaxe de Wéga, quoique étant réelle, était insensible aux instruments alors existants. Cette parallaxe, déterminée plus tard par Struve, Peters et M. Brunnow, ne s'élève qu'à 0″, 2, tandis que Brinkley lui avait trouvé pour valeur 1″, 2.

Pour remplir sa charge d'Andrews professor, il avait aussi publié un Traité d'Astronomie, *Elements of Astronomy*, qui eut alors un grand succès, et qui fut pendant longtemps réimprimé presque chaque année.

En 1827, Brinkley, qui était depuis longtemps docteur en Théologie, ayant été appelé à l'évêché de Cloyne, cessa de s'occuper d'Astronomie et quitta l'Observatoire de Dunsink; il mourut à Dublin le 13 septembre 1835.

Son successeur fut sir William Rowan Hamilton, élu au mois de juin 1827. Né dans le courant de l'année 1805 à Dublin, où son père était attorney général, le jeune Hamilton fut élevé au collége de la Trinité, dont il devint plus tard un des professeurs les plus distingués. A dix-sept ans (1822), il possédait à fond la Mécanique céleste, science que Laplace venait à peine de fonder; de plus, en 1824, il publiait sur l'*Optique géométrique* un Mémoire remarquable, qui renferme la théorie complète des

caustiques; ajoutons enfin qu'en sortant du collége de la Trinité il parlait presque toutes les langues de l'Europe et de l'Asie. Aussi, lors du départ de Brinkley, fut-il, quoique tout jeune encore (il avait alors 26 ans), élu professeur d'Astronomie et astronome royal pour l'Irlande.

Son séjour à l'Observatoire de Dunsink ne fut point utile aux intérêts de l'Astronomie d'observation : il la délaissa même complétement et n'a publié aucune observation; mais les leçons qu'il fit au collége de la Trinité furent excessivement remarquables. Il donna successivement, dans ses cours, la solution des différents problèmes, alors nouveaux, que soulève le mouvement elliptique des planètes, il étudia la construction et l'emploi des instruments, et bientôt, laissant entièrement de côté l'Astronomie pour se livrer aux Mathématiques pures, il enseigna le Calcul différentiel et intégral, et surtout une nouvelle méthode de calcul (aujourd'hui connue sous le nom de théorie des *quaternions*) qu'il avait inventée en 1834, et qu'il appliqua à la résolution d'un grand nombre de problèmes de Géométrie et de Physique.

Hamilton mourut en 1865. Dans le courant de la même année, le Dr Brunnow fut appelé à lui succéder.

Le Dr Francis Brunnow a fait son éducation astronomique à l'Observatoire de Berlin, sous la direction de l'illustre Encke, dont il fut pendant longtemps l'un des meilleurs assistants. Sa carrière est des plus accidentées.

De 1846 à 1851, il dirige l'Observatoire de Bilk (Dusseldorf), où il observe d'une façon continue les comètes et les planètes nouvelles, et publie les éléments des orbites d'un certain nombre d'entre elles, Iris, Victoria...., ainsi que des Éphémérides qui en facilitaient l'observation.

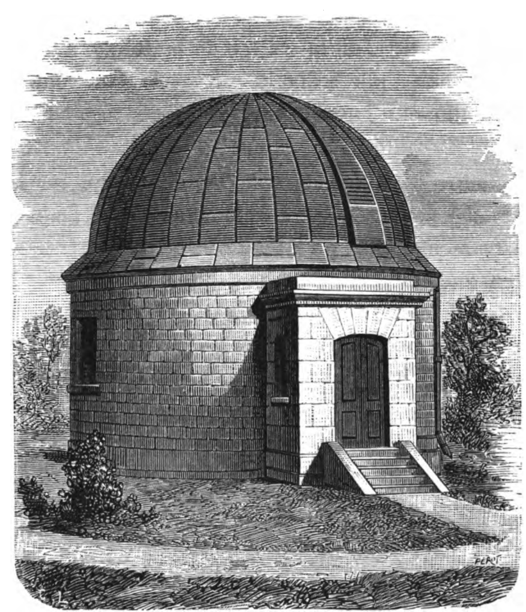
Ensuite il passe à l'Observatoire de Berlin, où il reste jusqu'en 1854; l'Université de Michigan l'appelle alors à la direction de l'Observatoire d'Ann-Arbor, qui venait d'être fondé avec le produit d'une souscription ouverte parmi les citoyens de Détroit (Michigan). Cet Observatoire possédait un beau cercle méridien, de Pistor et Martins, dont la construction avait coûté 3300 dollars (17 061 francs), une grande lunette, montée équatorialement, de Henry Fitz de New-York, du prix de 6000 dollars (31 020 francs), qui avait 17 pieds de distance focale et 12,5 pouces d'ouverture, ainsi qu'une pendule de Tiede de Berlin. Avec ces beaux instruments, M. Brunnow continue les observations de planètes et de comètes qu'il avait commencées à Bilk. Enfin, en 1865, M. Brunnow quitte l'Amérique pour venir en Irlande occuper la chaire du docteur Andrews au collége de la Trinité et le poste d'astronome royal pour l'Irlande.

Son arrivée à l'Observatoire de Dunsink fut le signal d'un heureux réveil pour cet antique établissement où depuis longtemps on ne faisait plus d'Astronomie. Quelques années avant la mort d'Hamilton, Sir James South avait offert au Conseil du collége de la Trinité un grand objectif de 12 pouces de diamètre qu'il avait acheté quarante ans auparavant à Cauchoix, constructeur de Paris, et qui était remarquable par ses qualités exceptionnelles. Du vivant d'Hamilton, que ses travaux mathématiques absorbaient et détournaient de ses devoirs d'astronome royal, les négociations étaient restées pendantes; elles furent terminées par M. Brunnow. Pour placer l'équatorial fait avec cet objectif, on construisit dans le parc de l'Observatoire, et en avant du bâtiment principal, une salle

munie d'un dôme tournant (*fig.* 7) qui, commencée en mai 1866, fut achevée en avril 1868. M. Brunnow se servit immédiatement de cet équatorial pour reprendre les dé-



Fig. 7.



Salle du nouvel Équatorial de Dunsink.

terminations de parallaxes commencées, soixante ans auparavant, à Dublin, par Brinkley. Ses premières observations viennent d'être publiées sous le titre *Astronomical Observations and Researches made at Dunsink, the Observatory of Trinity college, Dublin*. Elles com-

prennent la détermination des parallaxes de Wéga (α Lyre), 1830 Greombridge, 3077 Bradley, 85 de Pégase et 62 du Dragon, un grand nombre de mesures micrométriques d'étoiles doubles, ainsi qu'une belle série d'observations de Wéga et de son compagnon.

L'Observatoire de Dunsink ne fait point d'observations météorologiques : c'est le collége de la Reine, à Dublin, qui en est chargé par le Comité météorologique central de Londres, auquel il envoie régulièrement le résultat de ses travaux.

D'un autre côté, le budget de l'Observatoire ne comporte aucun fonds régulier affecté à l'achat et à l'entretien des instruments, ainsi qu'à l'impression des observations. Dans chaque cas particulier, l'astronome royal pour l'Irlande doit demander au prévôt et aux membres du collége de la Trinité un crédit spécial : c'est là une véritable lacune que M. Brunnow espère pouvoir bientôt combler.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRE D'ARMAGH.

Au moyen âge, la ville la plus importante de l'Irlande, la capitale du royaume, était Armagh, située à 110 kilomètres nord de Dublin; son Université, très-florissante, y attirait plus de sept cents étudiants, et son archevêque, le primat d'Irlande, était presque un souverain.

En 1792, l'un des successeurs de ces puissants prélats, l'archevêque Robinson, fit construire un Observatoire sur une colline voisine de la ville et élevée d'environ 100 pieds au-dessus du niveau général de la contrée; mais malheureusement il mourut sans avoir le temps de le munir de tous les instruments nécessaires; l'équatorial de Troughton, dont le cercle de déclinaison devait avoir 3,5 pieds de diamètre, n'était pas achevé, et l'instrument méridien, commandé à Ramsden, n'avait pas été livré.

Lorsque l'équatorial fut achevé, le docteur Hamilton, premier astronome de l'Observatoire d'Armagh, l'employa surtout à chercher une vérification de la déformation constatée par Pond dans le quart de cercle employé à

4

Greenwich par Bradley et Maskelyne (*voir* Ire Partie, p. 33). Ce travail l'amena à reconnaître qu'un équatorial, quelque bien construit qu'il soit, convient peu à de pareilles observations.

D'un autre côté, l'Observatoire n'avait pas d'instrument pouvant donner le temps. Pour remédier à cette pénurie, on commanda peu après à un horloger du voisinage un instrument des passages de 3 pieds de distance focale et de 2 pouces d'ouverture, instrument avec lequel on fit jusqu'en 1827 des observations qui n'ont jamais été publiées, et que les défauts inévitables de l'instrument rendirent certainement inexactes.

Le docteur T.-R. Robinson, nommé, en 1825, directeur de l'Observatoire d'Armagh, fut assez heureux pour faire cesser cet état de choses; il obtint de lord John Beresford, alors primat d'Irlande, les fonds nécessaires à l'acquisition d'un cercle mural pouvant aussi servir d'instrument des passages. Cet instrument, construit par Thomas Jones, de Londres, et dont la lunette a 63 pouces de distance focale et 4 pouces d'ouverture, fut installé et terminé dans l'automne de 1827; aussitôt le Dr Robinson et son assistant, M. Hogg, commencèrent leurs travaux. Leur but était la réobservation des étoiles de Bradley, l'observation du Soleil, de la Lune et des planètes. Les observations, continuées avec la plus grande régularité jusqu'en 1854, ont conduit à la formation d'un Catalogue de 5345 étoiles, qui a été publié au moyen du subside annuel de 1000 livres mis par le gouvernement à la disposition de la Société royale, et qui a pour titre : *Places of* 5345 *stars observed from* 1828 *to* 1854 *at the Armagh Observatory*, by the Rev. T.-R. Robinson.

Pendant le cours de ces observations, le docteur Robinson eut l'occasion de remarquer un fait singulier, quoique plus général peut-être qu'on ne le croirait au premier abord, et qui l'a forcé à répéter un grand nombre d'entre elles. La colline tout entière sur laquelle est situé l'Observatoire, a un mouvement périodique (1) accusé par les variations des nivellements faits à l'instrument des passages et de la correction de collimation du cercle. L'erreur qui en résulte peut aller jusqu'à 4 secondes. D'après M. Robinson, l'origine de cette cause d'erreur serait dans le voisinage d'un chemin de fer qui passe environ à 700 yards (637 mètres) de l'Observatoire; son effet est le plus grand, lorsque le train passe après la bissection de l'étoile, mais avant que les microscopes soient lus. Un pareil inconvénient a été constaté depuis, dans nombre d'autres Observatoires; il en résulte la nécessité de déterminer les constantes instrumentales en même temps que se fait chaque série d'observations.

Après la publication de ce Catalogue, le D[r] Robinson se proposa comme but la réobservation des étoiles de l'*Histoire céleste* de Lalande (2), et porta ses premiers efforts sur une liste de 10 000 étoiles de grandeur inférieure à la 11[e], se réservant d'ailleurs de continuer plus tard s'il le pouvait. En vue de ce travail spécial, il fallait modifier la construction du cercle mural de 1827,

(1) *Philosophical Magazine*, août 1846.

(2) Les observations du célèbre astronome de l'École militaire n'ont été ni réduites ni publiées en France. Le Catalogue auquel elles conduisent a été publié, en 1832, aux frais de la Société royale de Londres, sous la direction de l'astronome anglais F. Baily.

de manière à le rendre propre à l'observation d'astres aussi faibles; ce cercle mural avait, il est vrai, été construit pour pouvoir servir au besoin d'instrument des passages, mais l'objectif en était trop peu puissant; la libéralité de l'archevêque permit à M. Robinson de commander à M. Grubb, de Dublin, un objectif d'une ouverture de 7 pouces, c'est-à-dire à peu près double. Il y avait là d'ailleurs pour le constructeur un problème d'une solution difficile : il fallait que, malgré cet accroissement considérable dans le diamètre, la distance focale du nouvel objectif ne surpassât pas beaucoup celle de l'ancien. M. Grubb y réussit complétement, et la nouvelle lunette n'a que 65 pouces de foyer, environ neuf fois son ouverture : c'est une des lunettes les plus courtes de foyer qui aient été construites.

En même temps le docteur Robinson faisait monter à Armagh un appareil chronographique analogue à celui de Knoblick, d'Altona.

L'installation de ces instruments demanda beaucoup de temps; mais aujourd'hui ils sont en complet fonctionnement, et 1000 étoiles environ ont déjà été observées. Chaque étoile est observée cinq fois, l'ascension droite à cinq fils et la distance polaire à quatre microscopes; malheureusement, l'Observatoire ne disposant pas de fonds réguliers pour l'impression de ses observations, celle-ci ne peut se faire à époques fixes, mais seulement après que le Directeur a obtenu des secours de la Société royale ou du Gouvernement. Actuellement le Rév. T.-R. Robinson est en instance auprès du Conseil de la Société, et ses demandes paraissent devoir être favorablement accueillies.

Ajoutons que l'on fait à Armagh une série régulière d'observations météorologiques qui sont réduites chaque année et dont les résultats sont envoyés à Kew.

Telle est l'histoire de l'Observatoire d'Armagh, qui a un caractère tout spécial : c'est à proprement parler un Observatoire ecclésiastique. Fondé par l'archevêque Robinson, il est entretenu aux frais de l'Église d'Irlande : aussi ses revenus ont-ils un peu diminué dans ces dernières années, par suite du *Disestablishment* de cette Église. Le personnel se compose actuellement du Directeur, dont le traitement est de 250 livres (6250 francs), et d'un assistant, le Rév. Charles Zavès, qui touche annuellement 100 livres (2500 francs). Il reste en outre à l'Observatoire un revenu d'environ 50 livres (1250 francs) pour les divers frais d'entretien.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRES PRIVÉS.

I.

OBSERVATOIRE DE LORD ROSSE (BIRR CASTLE, PRÈS PARSONS TOWN, KING'S COUNTY).

L'Observatoire de *Birr Castle* fut à l'origine à la fois un atelier d'Optique et de Mécanique, et un Observatoire proprement dit. C'est, en effet, dans le château même de lord Rosse qu'ont été construits, puis utilisés, les immenses télescopes qui ont rendu son nom si populaire.

William Parsons, comte de Rosse, fils aîné du comte Laurence, naquit le 17 juin 1800. Après un commencement d'instruction reçu à la maison paternelle, il entra à l'Université de Dublin, et peu après au Magdalen college, à Oxford.

Ses études terminées, il fut envoyé (1821) au Parlement par les électeurs du King's County; il portait alors le titre de lord Oxmantown. Après avoir pris part aux travaux de la Chambre des Communes jusqu'en 1834, il se retira du Parlement pour se livrer tout entier à ses recherches scientifiques : sa haute position lui imposait encore néan-

moins quelques fonctions publiques; c'est ainsi qu'en 1831 il avait été nommé lord-lieutenant de son comté (King's County), et qu'en 1834 il devint colonel de sa milice.

La mort de son père, arrivée en 1841, lui donna le titre de comte de Rosse. Un siége à la Chambre des lords n'était pas, il est vrai, attaché à ce fief irlandais; mais, en 1845, il fut élu pair représentatif d'Irlande, et se trouva ainsi de nouveau mêlé, et cela jusqu'à sa mort, à la vie politique de son pays.

Doué d'une haute intelligence, lord Rosse cultiva presque toutes les sciences; mais son étude de prédilection fut l'Astronomie d'observation. L'histoire de cette science lui avait d'ailleurs appris que le moyen le plus certain de faire dans le ciel des découvertes importantes était d'avoir, comme W. Herschel, des instruments puissants et de grande ouverture; mais il n'y avait pas à cette époque de constructeurs capables d'en fournir de pareils; W. Herschel avait emporté dans sa tombe, ou légué comme un secret à son fils, sir John Herschel, la composition du métal qu'il employait, ainsi que les procédés directs et sûrs qu'il avait substitués à la routine méthodique de ses premières années; James Short, le plus grand constructeur du XVIII[e] siècle (1710-1768), si célèbre et si habile dans la fonte et le polissage des miroirs, était tellement jaloux de voir ses successeurs recueillir le fruit de ses travaux qu'avant sa mort il fit brûler et détruire son outillage tout entier; le comte de Stanhope (1), à qui l'on doit la construction de la *loupe de Stanhope*,

(1) Le comte de Stanhope est le beau-frère de Pitt, et le père de la célèbre lady Stanhope.

fort employée en Botanique, avait fait aussi des efforts considérables pour arriver à construire de grands miroirs; mais ses essais n'avaient jamais abouti qu'à des miroirs pleins de défauts, et quand sir James South, persuadé que les défauts d'un homme de cette valeur devaient être pleins d'enseignement, étudia les papiers que le comte avait légués à la Société royale, il ne découvrit rien qui pût le mettre sur la voie de ce qu'il cherchait. Lorsqu'en 1826 lord Rosse tourna son attention vers le problème difficile de la construction des grands miroirs de télescopes, tout était donc à redécouvrir pour lui.

La première difficulté était de trouver un alliage aussi blanc, aussi brillant, et se ternissant aussi difficilement qu'il le faut pour un miroir. Après un grand nombre d'essais, lord Rosse s'arrêta à l'alliage contenant 4 parties de cuivre et 1 partie d'étain; mais cet alliage, quoique plus dur que l'acier, est plus cassant que le verre; coulé par les procédés ordinaires, il ne donne pas une masse homogène; enfin il se brise très-aisément dans le refroidissement, ou plus tard s'il est soumis à de brusques changements de température. Aussi lord Rosse se résigna-t-il à former son miroir de plusieurs fragments de petites dimensions, coulés et polis séparément, mais soudés plus tard avec un bronze spécial dont le coefficient de dilatation fût le même que celui de l'alliage du miroir. Il fit ainsi un miroir de 3 pieds de diamètre (0^m, 91): avec les petites étoiles, ce miroir donnait de bonnes images; mais ses divisions apparaissaient sur le disque donné par les étoiles de 1re grandeur. Il fallait donc revenir à la fonte par grandes masses; or, dans ce procédé, les parois des moules de sable, dont on se sert d'ordinaire, re-

froidissent d'abord les surfaces extérieures de la pièce à couler, de sorte que les portions centrales se trouvent comprimées au moment où elles se refroidissent, d'où une fente inévitable. Cette cause d'accident disparaîtrait si l'on pouvait faire refroidir le métal par couches successives, de sa surface inférieure à sa surface supérieure; pour y arriver, lord Rosse fit les parties inférieures du moule en fer solide et le reste en sable : la fonte se fit alors sans difficulté; mais il s'emprisonnait entre le miroir et le fer du moule un certain volume d'air, produisant une cavité qui déformait la surface du miroir. Cette dernière difficulté fut écartée en produisant une ventilation énergique au fond du moule; dans ce but, avec de minces bandes de fer, qu'il relia ensemble en les rapprochant assez l'une de l'autre pour que le métal ne pût s'écouler par les interstices, et en laissant néanmoins assez d'espace pour que l'air pût facilement s'échapper, il fit un treillis à l'une des faces duquel il donna au moyen du tour la convexité voulue; polie ensuite, cette face devint la base du moule. Il coula alors, avec ce nouveau creuset, six plaques de miroir, dont pas une ne lui parut défectueuse. Le procédé était donc trouvé, il s'agissait maintenant de tailler et de polir la plaque ainsi obtenue.

Les opérations par lesquelles on façonne un petit miroir sont bien connues : l'*outil* (1) étant fixé sur un manche, l'ouvrier tient la poignée avec les mains, appuie

---

(1) Pour un miroir concave, l'outil est une calotte sphérique convexe en métal, de courbure un peu plus petite que celle du miroir, et sur laquelle on dépose, par l'intermédiaire d'un papier ou d'une couche de poix, de l'émeri pour le dégrossissage, du rouge d'Angleterre de plus en plus fin pour le polissage.

l'outil sur le miroir, et lui imprime un mouvement rectiligne ou circulaire, dans une direction perpendiculaire à celle de son corps, tout en tournant autour du miroir régulièrement et d'une façon continue. Pour un grand miroir, un pareil procédé était impraticable ; il fallait confier à une machine l'exécution de ces mouvements : aussi lord Rosse avait-il commencé tous ses travaux par la construction d'une machine de ce genre (1828). Nous ne la décrirons point en détail, renvoyant pour cela le lecteur au Mémoire original de lord Rosse (1). Nous dirons seulement que le miroir constamment plongé dans un bain d'eau, qui lui conservait une température sensiblement constante, pouvait être animé d'un mouvement horizontal de rotation assez rapide, tandis que l'outil, aussi pesant qu'il était nécessaire, se mouvait sur sa face supérieure, soit en ligne droite, soit suivant une ellipse aux axes de laquelle l'opérateur donnait tel rapport qu'il voulait au moyen d'excentriques divers s'ajustant sur la tige qui portait l'outil. Avec une pareille disposition, chaque mouvement est parfaitement déterminé, et son effet sur la forme du miroir certain ; tout résultat obtenu une fois peut être reproduit à volonté ; enfin on atteint sûrement, dans la forme du miroir, une précision qui avant cette découverte avait été rarement obtenue.

A 90 pieds au-dessus de la machine était placé un cadran de montre dont on regardait l'image dans le miroir sans toucher à celui-ci, et qui permettait de savoir lorsque l'opération du dégrossissage était terminée. Restait à polir le miroir.

---

(1) *On Account of experiments on the reflecting telescopes* (*Philosophical Transactions* pour 1840).

Ici se présentait une nouvelle difficulté. Pour les petits miroirs, en effet, on recouvre alors l'outil de poix, et l'on recommence les mêmes opérations; mais, avec les dimensions actuelles, ce procédé ne pouvait être suivi; la pression et le frottement étendaient inégalement la couche bitumineuse, altéraient sa forme, de sorte que bientôt le miroir s'échauffait inégalement et se déformait. Pour empêcher les déplacements de la poix, lord Rosse pensa d'abord à pratiquer des rainures sur la surface même de l'outil; mais le remède ne valait pas mieux que le mal, et force lui fut de chercher une autre substance que la poix. Après des essais fort nombreux, l'astronome de Birr Castle s'arrêta à un revêtement résineux, formé de deux couches apposées successivement, la première en résine molle, servant de support à la seconde formée de résine dure.

Un télescope de 3 pieds d'ouverture (0^m, 91), d'une puissance remarquable, fut le résultat de ces travaux, qui se prolongèrent pendant douze ans.

Mais lord Rosse ne voulut point s'arrêter là; les mêmes procédés devaient s'appliquer à des miroirs de dimensions beaucoup plus considérables. Il se remit donc immédiatement à l'œuvre et ses prévisions se vérifièrent complétement, de sorte qu'en 1845 un nouveau télescope, d'ouverture double du premier, était complétement monté. Cet instrument gigantesque, auquel on a donné le nom de *Leviathan* (*fig.* 8), a 55 pieds anglais de long (16^m, 61), et 6 pieds anglais de diamètre (1^m, 82). Le miroir pèse 3809 kilogrammes, le tube 6604 kilogrammes. Le poids total à mouvoir est donc de 10 413 kilogrammes; il avait coûté 300 000 francs. Une pareille machine ne comportait plus le mode de montage ancien, celui qu'avaient employé

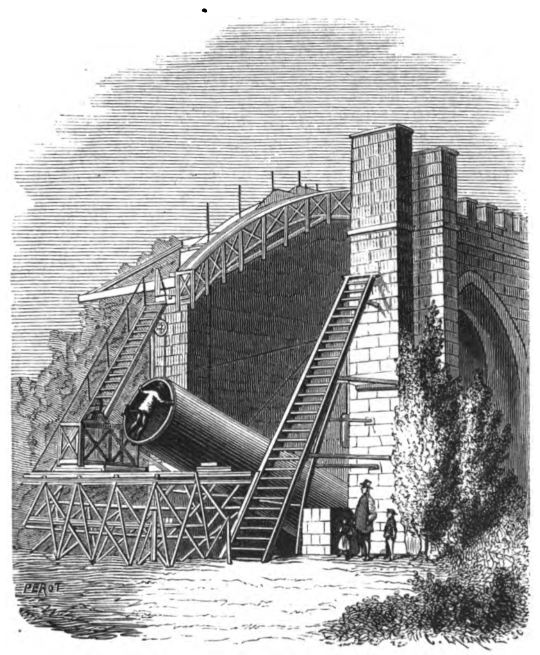
Herschel et Ramage, et qui permettait de diriger l'instrument vers un point quelconque du ciel. Le sacrifice d'une partie du champ de vision devenait nécessaire; car il était indispensable, pour avoir de la stabilité, d'installer l'instrument entre deux murs en pierre; on réduisit ainsi la course à une heure et demie de part et d'autre du méridien en laissant à l'instrument tout mouvement libre depuis l'horizon jusqu'au-dessus du pôle.

Le télescope géant fut inauguré par le docteur Robinson, alors directeur de l'Observatoire d'Armagh, et par le célèbre sir James South. Rien n'est plus instructif que de lire dans les journaux d'alors les récits de cette mémorable expérience (*Times* du 16 avril 1845); on y voit tout l'intérêt que la portion éclairée de la nation anglaise attachait, dès cette époque, aux progrès de l'Astronomie, et l'on comprend mieux l'enthousiasme des deux savants astronomes, leur admiration pour le beau spectacle qu'ils contemplaient les premiers, et l'importance de l'œuvre accomplie par lord Rosse pour l'amélioration des instruments d'Astronomie.

Avec ces puissants instruments, il sonda dès lors tous les replis du ciel et se consacra surtout à l'étude des nébuleuses, ces mondes éloignés qu'on connaît à peine encore aujourd'hui. Le premier résultat de ses observations fut de faire douter de l'existence même des nébuleuses, car il résolvait presque toutes celles vers lesquelles il dirigeait son télescope, et de faire admettre qu'elles étaient toutes des amas d'étoiles, dont un télescope assez puissant montrerait les éléments; ses recherches ultérieures renversèrent cette conclusion, et montrèrent que la plupart des nébuleuses *planétaires*, si ce n'est toutes, ont en réa-

lité une forme dissymétrique, très-souvent spirale, et ne sont pas des amas d'étoiles. Enfin lord Rosse a le premier donné la preuve convaincante que la grande nébuleuse


Fig. 8.



Le Léviathan.

d'Orion, l'une des plus belles du ciel, a depuis peu d'années changé de forme, par suite de la condensation de la matière dont elle est formée.

Les observations de lord Rosse et de ses assistants, dont les principaux sont M. Johnston Stoney, aujourd'hui secrétaire de l'Université de la reine à Dublin (*Queen's University, Ireland*) (1), Bindon Stoney, Mitchell Hunter et Ball, ont été publiées dans les « *Philosophical Transactions of the royal Society* », en 1844 et 1850, sous le titre « *Observations on the nebulæ* », et en 1861 sous le titre « *On the Construction of specula of 6 feet aperture and a Selection from the observations of nebulæ made with them* ».

Cet illustre astronome mourut le 31 octobre 1867, dans son château de Birr.

Pour rappeler sa mémoire et perpétuer le souvenir de ses bienfaits, les habitants du King's County lui ont élevé sur l'une des places du chef-lieu un beau monument, et dans l'église de Saint-Brendon une colonne funéraire sur laquelle on lit l'inscription suivante, que nous reproduisons en entier :

---

(1) Pendant la même période, M. Stoney a aussi publié un certain nombre de travaux importants, entre autres dans le *British Association Report,* pour 1856, un Mémoire remarquable, *On a collimator for completing the adjustements of reflecting telescopes,* où il reprend et complète une méthode optique donnée, en 1833, par sir John Herschel.

IN REMEMBRANCE

of **WILLIAM**, **Third Earl of ROSSE**,

born june 17 1800,
died october 31 1867,
after long suffering born
as a brave man and a true christian.

Sprung from a distinguished race eminently gifted both in body and mind, his use of these blessings was worthy of them; in the University he won the highest honours; in the House of Commons when he represented the King's County, as afterwards in the House of Lords, he was Conspicuous for integrity, judgment, great practical talent and devotion to the best interest of his country. Admirable in all the relations of life, as a Husband, a Father, a Landlord.

He was renowned in the loftiest range of science, and he revealed to mankind by the unrivalled creation of his genius a wider vision of the glory of God.

Les travaux de l'Observatoire de Birr Castle ne furent point interrompus par la mort de son fondateur. Depuis longtemps déjà son fils, le quatrième des comtes de Rosse et le propriétaire actuel du château de Birr, s'occupait d'astronomie et poursuivait les recherches de son père. Il avait fait, par exemple, une étude fort longue et fort complète de la grande nébuleuse d'Orion, dont on trouve les résultats dans les *Philosophical Transactions* pour 1868, sous le titre : *On account of Observations of the Great Nebula in Orion, made at Birr Castle, with the* 3 *feet and* 6 *feet telescopes, between* 1848 *and* 1867, *with the drawing of the nebula;* by Lord Oxmantown.

Lord Rosse continua dès lors ses travaux astronomiques et en étendit le cercle. Aidé de ses assistants, qui

furent successivement MM. Burton et Ralph Copeland, il reprit les observations des nébuleuses indiquées dans le Catalogue général de sir John Herschel, observa au point de vue physique Jupiter, Uranus et Neptune; plus tard, il fit adapter au télescope de 6 pieds (le *Léviathan*) un bon mouvement d'horlogerie qui lui permit de compléter ces observations physiques par des mesures micrométriques exactes. Enfin, et c'est là son travail le plus important, il a fait depuis 1868 une belle série d'expériences sur la radiation de la chaleur lunaire, sur la loi de son absorption par notre atmosphère et sur la variation de son intensité dans les diverses phases de ses lunaisons : nous entrerons dans quelques détails à ce sujet.

Avec le télescope de 3 pieds, il obtenait une image de la Lune de 2,9 pouces ($0^m,074$) de diamètre en moyenne, dont toute la chaleur était concentrée sur l'une des faces d'une pile thermo-électrique de 0,33 pouce de diamètre au moyen d'un miroir concave de 3,5 pouces ($0^m,089$) et 3 pouces ($0^m,076$) de foyer; un galvanomètre très-sensible, relié à la pile par des fils recouverts de soie, servait d'appareil mesureur. Lord Rosse a trouvé ainsi, en 1868, 1869 et 1870, que la loi de la radiation calorifique lunaire était sensiblement la même que celle de Zœllner pour la variation de sa radiation lumineuse; comme on le sait, cette loi est exprimée par la formule suivante :

$$\frac{q}{q'} = \frac{\sin(v-\beta) - (v-\beta)\cos(v-\beta)}{\sin(v'-\beta) - (v'-\beta)\cos(v'-\beta)},$$

où q' et q sont les quantités de lumière envoyées par la Lune dans deux phases différentes de sa lunaison, v et v' les distances angulaires de la Lune et du Soleil, β une con-

stante qui représente la hauteur moyenne des montagnes de la Lune et dont la valeur est de 52 degrés. En outre, tandis qu'une lame de verre laisse passer 80 pour 100 du rayonnement solaire, elle ne transmet que 10 pour 100 du rayonnement lunaire : la chaleur de la Lune se compose donc de 90 pour 100 de chaleur obscure et 10 pour 100 de chaleur lumineuse.

Plus tard, lord Rosse étudia l'absorption de la chaleur lunaire par notre atmosphère, c'est-à-dire la variation de l'intensité de son rayonnement calorifique (au même degré de la phase) avec la distance zénithale ; il obtint ainsi une loi tout à fait analogue à celle que Seidel avait obtenue pour la lumière des étoiles. Enfin il trouva que, si l'atmosphère n'existait pas, la surface de la Lune, lorsqu'elle est pleine et lorsqu'elle est nouvelle, pourrait être remplacée par un vase d'étain noirci, de même étendue apparente et rempli d'eau à 247 et 50 degrés Farenheit (120 et 10 degrés C.) (1).

Actuellement l'Observatoire de Birr Castle utilise ses beaux instruments à une étude physique complète de la planète Jupiter ; et M. Strype, ingénieur de Dublin, adapte au télescope de 3 pieds un mouvement d'horlogerie semblable à celui qui avait permis de tirer du *Léviathan* un parti si fécond et si remarquable.

---

(1) En répétant ces expériences à Paris en 1869, MM. Marié-Davy et Baille ont trouvé que la chaleur réfléchie par la surface de la pleine Lune était équivalente à celle qu'émet un cube de 6c,5 de côté plein d'eau bouillante et placé à une distance de 35 mètres.

II.

OBSERVATOIRE DE J. EDWARDS COOPER (MARKREE CASTLE, IRLANDE).

L'Observatoire de M. Bishop venait à peine d'être créé dans la campagne de Londres, que M. Hind, astronome de cet Observatoire, y découvrait deux petites planètes (Iris, 13 août 1847; Flora, 28 octobre 1847), malgré le peu de transparence du ciel aux environs de la métropole anglaise.

Un riche seigneur irlandais, M. J.-Edwards Cooper, résolut alors d'établir, dans son château de Markree, sur la côte nord-ouest de l'Irlande, un Observatoire destiné à suivre la même voie. Son but était le suivant : cataloguer avec des instruments puissants et exacts toutes les étoiles de la région écliptique du ciel jusqu'à la 11e grandeur, et se servir ensuite de ce Catalogue pour *encarter* la même portion du firmament, portion où se rencontrent toutes les petites planètes. La recherche des petites planètes jusqu'à la 12e grandeur deviendrait, dès lors, excessivement facile. Dans la pensée de M. Cooper, ces cartes devaient même servir à la recherche de la planète ultra-uranienne alors inconnue. C'était là un projet grandiose, qui eut la bonne fortune d'être adopté par la Société royale. L'Observatoire de M. Cooper fut bientôt terminé. Son instrument important fut un équatorial dont la lunette avait 14 pouces (0^m, 35) d'ouverture et 25 pieds de distance focale. Il possédait en outre un cercle méridien de Troughton et Simms, construit sur le

modèle de celui de l'Observatoire royal de Greenwich (*voir* 1re Partie, p. 43) et d'une grande perfection. L'ensemble de ces instruments faisait de l'Observatoire de M. Cooper un des établissements les mieux outillés d'Angleterre.

Mais il y a plus [la louange doit en revenir en partie à M. Graham, qui dirigea toute l'installation de l'établissement astronomique de Markree, et en fut plus tard le véritable astronome (1)], à l'inverse de ce que nous avons rencontré dans un certain nombre d'Observatoires de l'État ou des Universités, rien ne fut sacrifié au hasard, mais tout fut subordonné au but astronomique.

Pour l'instrument principal, l'équatorial, le véritable outil de l'Observatoire, point de bâtiments, pas de maison; il est, à vrai dire, installé en plein air; une simple cabane lui suffit; mais aussi, toutes les éclaircies que lui offrira ce ciel trop souvent couvert, il en profitera, et pas un astre ne lui échappera.

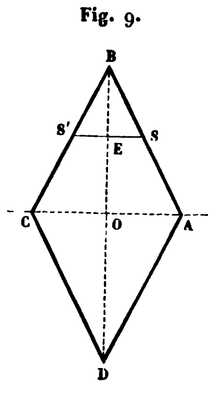
Mais, par suite du mode d'installation des instruments, la pendule était trop loin de l'observateur pour qu'il pût en entendre les battements. Le second assistant, placé dans la salle du cercle méridien, inscrivait sur son registre les *tops* donnés par M. Graham : pour des mesures précises, une pareille installation eût été fort mauvaise; mais pour le but que se proposait M. Cooper elle était rationnelle et suffisante. Actuellement les diverses méthodes d'enregistrement lèvent toute difficulté, et certainement il

---

(1) Le personnel de l'Observatoire de Markree se composait de M. Graham, premier assistant, et de M. Robertson, second assistant.

n'y a pas d'Observatoire qui, avec un bon instrument et peu de personnel, ne puisse rendre de grands services en suivant les principes mis en pratique à l'Observatoire de Markree. D'un autre côté, M. Graham réduisit toutes

Fig. 9.



Réticule de Bradley.

ses mesures à celles du temps; c'était là un précieux avantage. Il employa pour cela le micromètre rhomboïdal de Bradley (*fig.* 9), dont la Caille s'était servi avec tant de succès au Cap de Bonne-Espérance (1), et qui lui parut éminemment propre à donner, par des observations de temps et avec une exactitude suffisante, à la fois l'ascension droite et la déclinaison des différents astres : il offrait en même temps l'avantage de laisser libre, pour

(1) La Caille, *Cœlum australe stelliferum*, p. 8.

l'examen détaillé des astres eux-mêmes, tout le milieu du champ, portion où la vision est la plus nette.

Au début même de ses observations, M. Graham découvrit la planète Thémis. L'excellence de la méthode était dès lors prouvée; aussi M. Graham crut-il devoir se consacrer uniquement à la confection d'un bon Catalogue et aux observations qu'elle nécessite, plutôt que de chercher dans des découvertes faciles une renommée immédiate, et pendant huit années consécutives, du 9 août 1848 au 27 mars 1856, on observa sans relâche, à l'Observatoire de Markree, les étoiles de la zone écliptique.

Les observations ont été publiées très-régulièrement aux frais de la Société royale, et par les soins de M. Cooper, sous le titre : « *Catalogue of stars near the ecliptic observed at Markree, and whose places are supposed to be hitherto unpublished* », en quatre volumes parus à Dublin, en 1851, 1853, 1854 et 1856. Le premier volume renferme 14 888 observations, le deuxième 15 298, le troisième 15 018, le quatrième 14 952.

Le total des observations faites à Markree, pendant ces huit années, s'élève donc à 72 958; mais, à cause des étoiles communes aux différents Catalogues, points de repère nécessaires pour relier entre elles les portions du ciel dessinées successivement, le nombre total des étoiles dont les positions peuvent se déduire des Catalogues de M. Cooper se réduit à 60 066.

Depuis 1856, l'Observatoire de Markree n'a publié aucun travail astronomique, aucune observation. Peut-être avait-il été fondé dans le seul but de faire des cartes écliptiques et, une fois ce but atteint, M. Cooper a-t-il jugé sa mission terminée. Il existe en Angleterre de nom-

breux exemples d'une pareille limitation de travail, que nous approuvons d'ailleurs complétement. C'est ainsi, par exemple, que M. Warren de la Rue s'était engagé à subvenir pendant dix ans aux frais de réduction et d'impression des observations du Soleil faites à Kew.

Néanmoins le Catalogue écliptique de Markree restera comme l'un des plus beaux monuments que puisse élever la fortune unie à l'intelligence et à l'amour de son pays.

III.

OBSERVATOIRES DE M. J. BIRMINGHAM ET DE M. W. ERCK (MILLBROOK ET SHERRINGTON-HOUSE).

Outre ces Observatoires principaux, il existe encore dans le royaume d'Irlande deux établissements astronomiques fondés récemment et dont nous dirons quelques mots.

A *Millbrook*, dans le comté de Tuam, M. Birmingham étudie, depuis 1866, avec une bonne lunette montée sur un pied ordinaire, la variabilité des étoiles, et chaque année, en novembre, il observe les averses météoriques des Léonides.

A *Sherrington-House*, dans le comté de Wicklow, à 40 kilomètres sud-est de Dublin, M. W. Erck a installé en 1873 un équatorial dont l'objectif, dû à Alvan Clark de Chicago (U.-S.), a 8 pouces ($0^m,20$) d'ouverture et 75 pouces ($2^m,90$) de foyer, avec lequel il a déjà fait une étude consciencieuse des mouvements relatifs des composantes de la Grande Ourse.

COLONIES ANGLAISES.

CHAPITRE PREMIER.

OBSERVATOIRES DE L'AFRIQUE.

I.

OBSERVATOIRE ROYAL DU CAP DE BONNE-ESPÉRANCE.

La culture de l'Astronomie au Cap de Bonne-Espérance a devancé d'un grand nombre d'années l'établissement d'un Observatoire permanent. En 1718, un riche gentilhomme de Berlin, le baron de Krosigk, envoya à ses frais au Cap, pour y faire toutes les observations possibles d'Astronomie, de Géographie, d'Histoire naturelle, etc., Pierre Kolbe, *privat-docent* de l'université de Halle; Kolbe resta sept ans au Cap, mais il n'y fit aucune observation astronomique et, paraît-il, même aucun voyage dans l'intérieur du pays.

Plus tard, en 1750, sur la proposition de l'Académie royale des Sciences de Paris, et du consentement de MM. les directeurs de la Compagnie des Indes, le Gouvernement français donna à l'abbé de la Caille la mission de faire au Cap de Bonne-Espérance des observations

astronomiques, géographiques et hydrographiques. Le but que se proposait ce célèbre astronome était multiple :

1° Il voulait en premier lieu former un Catalogue exact des étoiles du ciel austral ; celui qu'avait dressé Halley, en 1677, à l'île de Sainte-Hélène, ne pouvait être considéré que comme une première ébauche qu'il fallait retoucher et terminer.

2° Il se proposait ensuite de déterminer avec précision les parallaxes de la Lune et des planètes, et par conséquent celle du Soleil, en vertu de la troisième des lois de Kepler. C'était là une entreprise purement française ; car Jérôme de la Lande, alors débutant, avait été envoyé par l'Académie à Berlin, presque sur le même méridien, pour y faire les observations correspondantes.

3° L'astronome français devait encore déterminer avec exactitude la position géographique du Cap de Bonne-Espérance, position alors fort mal connue, malgré son extrême importance pour les navigateurs.

4° La Caille se proposait enfin d'observer la longueur du pendule à secondes, ainsi que les éléments du Magnétisme terrestre, et de déterminer la longueur d'un degré du méridien à cette latitude, mesure qui n'avait point encore été faite dans l'hémisphère austral.

Ce programme était tellement complet que les divers astronomes de l'Observatoire du Cap, Fallows, Henderson, Maclear et Stone semblent n'avoir eu en vue que de perfectionner l'étude des sujets d'investigation auxquels l'astronome français s'était livré.

Le premier soin de l'abbé de la Caille en arrivant au Cap fut d'y faire construire un petit Observatoire pour y installer les instruments qu'il avait apportés avec lui. Cet

Observatoire, le premier qui ait été établi au delà de l'équateur, fut bâti, avec des matériaux fournis par la Compagnie des Indes et par ses ouvriers, dans la maison d'un des premiers citoyens du Cap, le Hollandais Berthier, qui avait accueilli le modeste abbé avec la plus grande prévenance et la plus grande hospitalité (1).

La Caille n'y est resté que deux ans, du 19 avril 1751 jusqu'au 8 mars 1753, et, malgré les obstacles que lui opposait le climat du Cap, il a réalisé avec succès tous les projets dont il avait parlé à l'Académie. Il ne faut pas, en effet, se faire illusion sur le climat de cette pointe de terre située à l'extrémité la plus australe du continent africain; pendant les deux cinquièmes de l'année, il y souffle ordinairement un vent du sud-est très-violent, qui rend le ciel complétement impropre aux observations astronomiques; pendant toute cette période, et quoique le ciel soit sans nuages, les astres paraissent mal terminés et dans une agitation continuelle; pendant un autre cinquième de l'année, le temps y est constamment couvert, et à cet intervalle en succède un autre égal pendant lequel le temps est variable. Il ne reste donc en définitive qu'un cinquième de l'année, deux mois et demi, pour les jours calmes et sereins où les observations peuvent se faire avec l'assiduité et la continuité qui permettent de les utiliser.

Mais ce n'est pas tout: ce vent violent du sud-est, arrivant dans la saison chaude, fait voler des tourbillons de

---

(1) Le plan et la disposition de l'Observatoire de la Caille se trouvent dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Paris* pour 1751; 3e Partie, p. 398.



CHAPITRE III.

OIRE DE LORD LINDSAY (DUN ECHT, BERDEEN SHIRE, ÉCOSSE).

ncement de l'année 1872, M. Airy, direc-
ervatoire de Greenwich, démontrait dans
es de la Société royale astronomique de
cessité d'avoir en Angleterre un Observa-
ment destiné à l'observation des différents
que présentent les satellites de Jupiter. C'est
es bons moyens d'arriver à une connaissance
nasse de cette planète, notion fort impor-
s calculs des orbites de quelques comètes, et
planètes télescopiques comprises entre Mars

après, un des riches propriétaires d'Écosse,
y, annonçait à la Société qu'il réaliserait le
Airy dans son Observatoire, alors en création
t. Telle est l'origine de cet établissement astro-

ne temps qu'il poursuivait la construction de son

poussière, engendre de véritables ouragans de sable qui obscurcissent l'air, emplissent les rues et les maisons, pénètrent partout et, s'interposant dans les divers rouages des instruments astronomiques, en empêchent le libre fonctionnement en même temps qu'ils recouvrent les verres d'une croûte opaque et tenace qui les rend complétement impropres aux observations.

Tels sont les obstacles contre lesquels la Caille a eu le premier à lutter; et néanmoins, outre les nombreux résultats que nous avons déjà indiqués, sa ténacité et sa persévérance ont été telles, qu'avec une petite lunette de 26 pouces ($0^m,70$) de distance focale et 6 lignes ($0^m,014$) d'ouverture il observa, du 3 août 1751 au 25 juin 1752 (il eut 127 nuits d'observation), 10035 étoiles australes, comprises entre le pôle antarctique et le tropique du Capricorne (1).

La Caille quitta le Cap le 8 mars 1753, en emportant

---

(1) Les observations de la Caille ne furent pas publiées de son vivant. Il ne parut alors qu'un Catalogue de 1942 étoiles choisies par lui-même et qu'il avait placées sur son planisphère austral (*Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1752). Ce ne fut qu'après sa mort, arrivée le 21 mars 1762, que Maraldi, son intime ami, les publia toutes sous le titre : « *Cœlum australe stelliferum, seu Observationes ad construendum stellarum australium Catalogum, institutæ in Africa ad Caput Bonæ Spei a Nicolao Ludovico de la Caille*, Paris 1763 ».

Depuis une édition anglaise du *Ciel austral* de la Caille a été imprimée par les soins de F. Baily, aux frais de l'Association britannique et du gouvernement anglais, sous le titre : *A Catalogue of* 9766 *stars in the southern hemisphere, from beginning of the year* 1750, *from the observations of the Abbe de la Caille, made at the Cape of Good Hope in the years* 1751 *and* 1752.

avec lui tous ses instruments, et, avant que de nouvelles observations astronomiques soient faites dans cette colonie, il faut attendre bien longtemps, et le passage de la colonie sous la domination anglaise.

Lorsque les traités de 1814 eurent confirmé aux Anglais la possession du Cap, les marins d'Angleterre insistèrent bientôt sur l'importance qu'aurait pour la navigation la construction d'un Observatoire permanent au Cap de Bonne-Espérance, et d'un autre côté les astronomes désiraient ardemment que le ciel austral fût soumis à une étude aussi assidue que le ciel boréal.

Toutefois c'est seulement le 3 février 1820 que, sur la proposition faite par M. Gilbert devant la Commission astronomique instituée par les lords de l'Amirauté pour la recherche du meilleur moyen d'obtenir la longitude en mer, la fondation au Cap d'un Observatoire permanent fut résolue. Il devait être construit sur le modèle de celui de Greenwich, muni d'instruments analogues et de mêmes dimensions.

L'ordonnance royale qui institue l'Observatoire du Cap est du 20 octobre 1820; elle met à la disposition des lords de l'Amirauté 2300 livres (57 500 francs) pour l'achat des premiers instruments, et règle comme suit le traitement du personnel :

Un astronome	600 livres =	15 000 francs;
Un assistant	250 livres =	7250 »
Un aide	100 livres =	2500 »

Malheureusement il arriva souvent, surtout dans les premières années, et ce fut naturel, que la libéralité du gouvernement anglais fut inutile, par suite des difficultés

que rencontra d'abord le recrutement du personnel d'un établissement aussi éloigné de la métropole et du peu de ressources qu'offrait alors la colonie.

Quelques jours après (26 octobre), le Rév. Fearon Fallows, de Saint John's College (Cambridge), était nommé directeur de l'Observatoire du Cap et envoyé dans cette colonie pour y choisir l'emplacement du futur établissement, choix qui, d'après les difficultés qu'avait autrefois rencontrées la Caille, devait exiger une étude consciencieuse et approfondie de la portion du pays alors occupée par les Anglais.

M. Fallows était né à Cockermouth (Cumberland), le 4 juillet 1789; son père, homme fort instruit, lui enseigna de bonne heure l'Arithmétique et la Géographie, et il apprit lui-même, dans quelques livres qui lui tombèrent sous la main, les autres parties des Mathématiques élémentaires.

L'ardeur studieuse de ce jeune homme avait frappé tous ses voisins; aussi, en 1809 (il avait alors vingt ans), ces derniers crurent devoir se cotiser pour faire entrer le jeune mathématicien à Saint John's College, à Cambridge. Arrivé à l'Université à la fin de 1809, il se mit à travailler avec tant de zèle et d'application qu'en 1813 il était reçu maître ès arts, et qu'en 1815 il obtenait une des bourses de l'Université; en 1818 il était principal examinateur de Mathématiques, poste auquel l'avaient fait appeler ses connaissances étendues en Géométrie; et lorsque Sa Majesté résolut de fonder un Observatoire au Cap de Bonne-Espérance, M. Fallows fut choisi pour le diriger. Le temps qui s'écoula entre sa nomination et son départ fut employé par lui à visiter les Observatoires pu-

blics et privés du Royaume-Uni et à se rendre familiers les procédés de l'Astronomie pratique.

Dès son arrivée au Cap (1er août 1821), et en attendant ses instruments définitifs, Fallows s'occupa de faire, sous la haute surveillance du Bureau des Longitudes de Londres, un Catalogue approximatif des étoiles du Ciel austral et de déterminer la position de l'ancien Observatoire de la Caille. Il ne disposait pour cela que d'une lunette portative de Dollond, de 20 pouces (0^{m},51) de foyer et d'un médiocre instrument de hauteur et d'azimut de Ramsden; néanmoins ses observations le conduisirent à la construction d'un Catalogue approché de 273 étoiles. En 1825, il reçut de Londres l'approbation du site de l'Observatoire, à 3,5 milles au sud de celui de la Caille, dans la ville même du Cap (Cape-Town) et du plan des bâtiments à faire construire. Bientôt après, au commencement de 1829, arrivèrent les instruments définitifs : c'étaient un instrument des passages de Dollond, de 10 pieds de foyer (3^{m},05) et 9 pouces (0^{m},23) d'ouverture; un cercle mural de Jones, de 6 pieds de foyer (1^{m},83); et un télescope newtonien, de 14 pieds de foyer (4^{m},27) et 12 pouces (0^{m},30) d'ouverture.

Les observations commencèrent aussitôt, et pendant les deux années suivantes Fallows et son aide firent plus de 3000 observations de passages et une centaine d'observations de déclinaison; ces dernières étaient d'une grande difficulté, en raison d'une déformation que le cercle avait subie pendant son transport, et aussi parce que les tourillons de l'axe n'étaient pas parfaitement ronds. Ajoutons qu'à partir de décembre 1830, Fallows resté seul par suite du départ de son assistant, le capitaine Bonald,

fut aidé par sa femme, qui observait au cercle mural, tandis que lui-même utilisait l'instrument des passages.

Fallows mourut le 25 juillet 1831. Ses observations ont été réduites et publiées en 1851, sous la direction de M. Airy, par Henderson, qui fut son successeur. On les trouve dans le volume XIX des *Mémoires de la Société astronomique de Londres*, sous le titre : *Results of the observations made by the Rev. Fearon Fallows at the Royal Obsertory Cape of Good-Hope, in the years* 1829, 1830 *and* 1831.

Nommé le 15 octobre 1831, Henderson arriva au Cap en avril 1832, et y resta treize mois, jusqu'en mai 1833, pendant lesquels, avec un seul assistant, le lieutenant Meallows, il étudia les défauts du cercle de Jones, de manière à former des Tables de correction pour les observations, détermina la position géographique de l'Observatoire, la valeur de la réfraction vers l'horizon, la parallaxe de la Lune et celle de Mars, observa nombre d'éclipses des satellites de Jupiter et d'occultations d'étoiles par la Lune, les comètes d'Encke et de Biéla, et enfin les positions de 5000 à 6000 étoiles. En 1834, sa santé le forçant à revenir en Europe, il fut remplacé par Thomas Maclear, déjà connu par de nombreuses observations astronomiques.

Dès 1827, il avait en effet installé, dans sa propriété de Bigleswade, un Observatoire à toit tournant où, à l'aide d'un télescope appartenant à la Société Wollastonienne, il observait les comètes, les planètes et les occultations d'étoiles. Nommé astronome royal au Cap, Maclear y arriva en juillet 1834; sa première occupation fut de reprendre les mesures faites autrefois par La Caille, et de chercher à déterminer la valeur réelle de l'arc de

1 degré; un nombreux personnel tiré de la marine et de l'armée lui avait été adjoint pour l'exécution de ce travail long et difficile. La Caille avait mesuré, en 1750, la longueur de l'arc du méridien compris entre Cape-Town et Picket-Berg; mais, ces deux stations étant placées dans le voisinage de grandes montagnes, il était probable que le désaccord (le degré de la Caille était trop long de 20 pieds) entre le nombre de la Caille et celui que Bessel avait déduit de la valeur la plus probable de l'aplatissement de la Terre tenait à ce que les latitudes des deux stations extrêmes étaient entachées d'erreurs provenant d'attractions locales. De 1838 à 1842, Maclear reprit, avec toute la perfection que permettent les instruments modernes, la mesure de l'ancien arc de la Caille, et dans les années suivantes, de 1842 à 1850, il le prolongea vers le sud jusqu'à Cape-Point (cap des Aiguilles), et vers le nord jusqu'à une station choisie dans la plaine des Bushmen.

En 1847, M. Maclear installa à l'Observatoire un grand équatorial de 8,5 pieds de foyer ($2^m,59$), à l'aide duquel on fit un grand nombre d'observations destinées à donner, avec plus de précision que n'avait pu le faire Henderson, les parallaxes des étoiles α et β du Centaure; lors des oppositions de Mars en 1849-1850 et 1850-1852, on fit aussi des observations de cette planète qui, combinées avec celles d'Europe (1849-1850), donnèrent la parallaxe de cet astre. Sous la direction de M. Maclear, on observa peu les planètes, mais l'attention de son personnel fut surtout portée vers les comètes; on a de lui un grand nombre d'observations des comètes de Halley, Encke, Mauvais, Biéla, Petersen, d'Arrest, Donati, Klinkerfues, Schweizer, etc. De plus, on poursuivit régulièrement la

comparaison des étoiles du ciel austral avec les positions données par le *British Association Catalogue*. Pour rendre cette comparaison plus exacte, M. Maclear fit établir, en 1855, un instrument des passages, construit sous la direction de M. Airy, par MM. Ransomes et May, et semblable à celui qu'on employait à Greenwich depuis 1852.

Au printemps de 1870, M. Maclear résigna ses fonctions de directeur, et, le 4 juin 1870, M. Edwards-James Stone, premier assistant à l'Observatoire de Greenwich, fut nommé astronome de Sa Majesté au Cap de Bonne-Espérance. Arrivé au Cap le 13 octobre de la même année, cet astronome continua les observations méridiennes et s'occupa de publier celles qui avaient été faites depuis 1856 par M. Maclear, qui ne les avait pas toujours réduites. Les deux premiers volumes ont déjà paru sous le titre : *Results of astronomical observations made at the royal Observatory Cape of Good-Hope* (1856, 1857, 1858).

La publication des observations de 1859 et 1860 est très-avancée; en outre, M. Stone a livré à l'impression un Catalogue de 1159 étoiles australes, déduit de toutes les observations faites au Cap de 1856 à 1860; ce sont là de beaux et d'utiles travaux, qui seront certainement continués. En même temps, d'ailleurs, on observait au Cap les étoiles α et β du Centaure, α de Éridan, dans le but de déterminer leurs parallaxes annuelles; on suivait à l'équatorial la comète I, 1871 (comète de Winnecke), et l'on faisait quelques essais d'observations de spectroscopie stellaire et cométaire.

Ajoutons enfin que M. Stone a également livré à l'impression les nombreuses observations météorologiques et magnétiques faites depuis 1841 à l'Observatoire du Cap

de Bonne-Espérance, et que, par les sages dispositions qu'il a prises, cet important service est complétement assuré.

Actuellement, le personnel de l'Observatoire du Cap comprend, outre le directeur, trois assistants, MM. W. Mann, H. Finlay et M. Stevens.

II.

OBSERVATOIRE DE SIR JOHN HERSCHEL (FELDHAUSEN).

L'histoire de l'Astronomie au Cap de Bonne-Espérance serait incomplète si nous ne disions quelques mots des résultats obtenus par sir John Herschel, pendant son séjour dans cette colonie, séjour auquel il doit la plus grande partie de sa popularité.

Issu d'une famille dont tous les membres s'occupaient d'Astronomie (1), devant à cette science l'immortalité que les travaux de son père avaient acquise à son nom, John Herschel se lança de bonne heure vers les mêmes études.

En 1816, à l'âge de 24 ans (John Herschel est né à Slough, le 7 mars 1792), il entreprend, mais sans s'y arrêter longtemps, la réobservation des étoiles doubles découvertes par son père ; plus tard il cherche à rendre

(1) La sœur du grand Herschel, miss Caroline Herschel, l'assistait dans ses observations ; et son frère Alexandre lui rendit de grands services dans la construction de ses télescopes, en lui prêtant l'appui de son talent de mécanicien.



les objectifs *aplanétiques* (c'est ce que son père avait réalisé pour les miroirs); mais ses efforts furent vains pour les ouvertures un peu grandes, seul cas réellement intéressant pour lui (1). Enfin, en 1821 et 1822, nous le trouvons à Londres (Blackmann street, Southwark), associé à M. South pour la continuation de l'étude des étoiles doubles. A l'aide des beaux instruments que possédait ce savant, le travail put être mené à bonne fin, et valut à ses auteurs le prix Lalande, de l'Académie des Sciences de Paris (2).

Le départ de sir James South pour Paris interrompit leur collaboration, et John Herschel fit un long voyage sur le continent. A son retour, en 1825, il reprend ses travaux astronomiques, et, son père étant mort depuis 1822, il se donne la tâche gigantesque de soumettre à un nouvel examen les nébuleuses et amas d'étoiles qu'il avait découvertes dans ses *Balayages des cieux* (*Sweeps of the heavens*). Ce travail, fait avec un télescope de 20 pieds de foyer ($6^{m},10$) et 18 pouces d'ouverture ($0^{m},45$) construit par son père et lui sur le modèle de celui qui avait servi au premier dans ses recherches, l'occupa pendant huit années et le conduisit à la formation d'un Catalogue ren-

---

(1) Ce n'est pas néanmoins sans hésitation que John Herschel se consacra exclusivement à l'Astronomie. Ainsi, en 1819, il publia, dans le *Nicholson's Philosophical Journal*, un Mémoire remarquable sur l'acide hyposulfureux et ses composés.

(2) *Observations of the apparent distances and positions of* 380 *double and triple stars, made in the years* 1821, 1822 *and* 1823, *and compared with those of others astronomers* (*Philosophical Transactions* for 1824).



fermant 2306 nébuleuses et amas (1), dont 525 objets nouveaux, et à la construction de six Catalogues contenant 4000 étoiles doubles (2).

Fort de la grande habitude qu'il avait acquise de son réflecteur et des procédés délicats par lesquels on polit les miroirs, « poussé, en outre, par l'intérêt particulier du » sujet et la nature merveilleuse des objets qui se pré- » sentaient d'eux-mêmes pendant que je les poursuivais, » je résolus d'essayer si je ne pourrais pas compléter la » revue entière des cieux, et je me décidai à transporter » dans l'autre hémisphère l'instrument dont je m'étais » servi dans le nôtre, de manière à donner de l'unité aux » deux parties de la revue, et à rendre tous les résultats » comparables entre eux ». Il s'embarqua donc avec sa famille, en 1833, pour le Cap de Bonne-Espérance, emportant avec lui, outre le télescope de 20 pieds, muni de trois miroirs (celui de son père, celui qui avait servi de 1825 à 1833, et un autre de rechange), un équatorial de Tulley, dont la lunette avait 7 pieds ($2^m,14$) de foyer et 5 pouces d'ouverture ($0^m,127$), qui lui avait servi dans ses mesures d'étoiles doubles. Débarqué dans la baie de la Table, le 15 janvier 1834, il s'empressa de chercher, aux environs de la ville du Cap, un endroit favorable aux

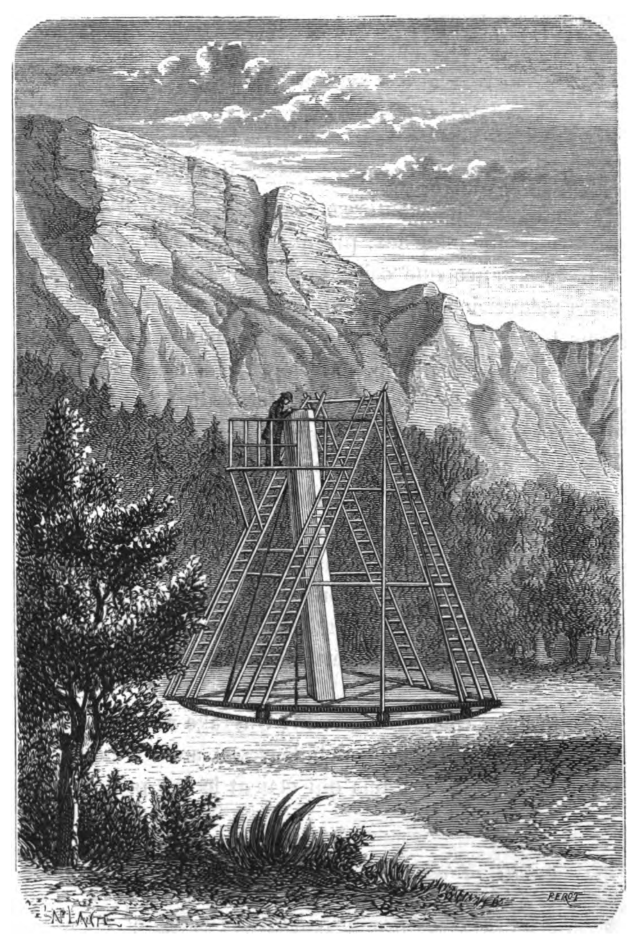
(1) *Observations of nebulæ and clusters of stars made at Slough with a 20 feet reflector, between the years* 1825-1833 (*Philosophical Transactions* for 1833).

(2) *Memoirs of the royal astronomical Society*, t. II, III, IV, VI et IX. — Le tome II renferme en outre une monographie fort curieuse et fort importante des nébuleuses d'Orion et d'Andromède.

observations : c'était, on se le rappelle, une des conditions de succès les plus importantes, et en même temps l'une des plus difficiles à réaliser. Les conseils de Thomas Maclear, alors Directeur de l'Observatoire royal du Cap, conseils que lui assuraient son nom, la notoriété qu'il avait déjà conquise et l'appui que lui prêtait la Société royale astronomique de Londres lui facilitèrent beaucoup ces premières recherches ; et, le 5 mars 1834, son Observatoire étant construit, ses instruments installés, il était en mesure de commencer l'étude systématique du ciel austral.

J. Herschel avait fait choix pour son observatoire d'un terrain situé à 6 milles environ au sud-ouest de la ville du Cap (*fig.* 10), au pied oriental de la montagne de la Table et dépendant de la résidence d'un propriétaire hollandais, W. A. Schonnberg ; on y était protégé contre la poussière par la montagne, contre le vent du sud-est (été) par un bois de chênes et de sapins, et, de plus, assez loin de la montagne pour n'avoir point trop à redouter les nuages qui se forment en si grande quantité autour et au-dessus d'elle. C'est dans cette propriété, qu'on appelle *Feldhausen*, et au milieu d'une espèce de verger entouré d'arbres de toutes parts, que fut installé le télescope et construit le bâtiment de l'équatorial ; à l'ouest, ces arbres, par suite de leur proximité, interceptaient la vue d'une portion du ciel ; mais ce petit inconvénient était compensé par un avantage immense : ces mêmes arbres servaient d'abri contre les vents du nord-ouest qui soufflent avec fureur dans les mois d'hiver. En outre, dans une salle de la résidence, Herschel établit les appareils nécessaires au repolissage des miroirs, opération bien plus fréquemment

Fig. 10.



Télescope de 20 pieds de sir John Herschel (Feldhausen).

nécessaire au Cap qu'en Europe, et qu'Herschel exécutait toujours lui-même.

Dès le 5 mars, comme nous l'avons dit plus haut, l'inspection régulière et systématique du ciel commençait au télescope de 20 pieds et, le 2 mai, on débutait dans la série des mesures micrométriques d'étoiles doubles par l'observation de α du Centaure, l'une des plus belles du ciel. Herschel continua ces deux genres d'observations pendant cinq ans, presque sans interruption, sans autre assistance que celle d'un aide, John Stone, d'ailleurs mécanicien capable, qu'il avait amené d'Angleterre pour tenir les deux instruments en état et faire la manœuvre du télescope pendant que lui-même observait ; lui seul, aussi, fit tout le travail de réduction et de préparation nécessaire pour l'impression des résultats de ses observations ; lui seul supporta tous les frais de ce long et dispendieux voyage ; mais lorsqu'en 1846, après douze années de travaux incessants, le grand ouvrage qui réunissait toutes les observations du Cap fut terminé (1), sir John Herschel accepta la somme considérable que le duc de Northumberland, « un ami éclairé et un généreux protecteur de la science », avait désiré consacrer à sa publication.

Le premier Chapitre de ce bel Ouvrage renferme l'histoire des observations de nébuleuses et amas d'étoiles du ciel austral, observations qui étaient le but principal de

(1) *Results of astronomical observations made during the years* 1834, 1835, 1836, 1837 *and* 1838, *at the Cape of Good Hope, being the completion of a telescopic survey of the whole surface of the visible heavens, commenced in* 1825 (Londres, 1847).

son voyage. Ces objets célestes sont systématiquement disposés en un Catalogue, contenant les positions, réduites à 1830, de 1707 d'entre eux, et pour chacun, sous une forme symbolique concise, quoique claire et élégante, une description complète.

Pour les nébuleuses, son travail ne se borne pas là : choisissant les plus remarquables, il les dessina avec le plus grand soin, marquant sur ses cartes toutes les nombreuses petites étoiles qui se trouvaient en leur voisinage, étoiles dont il faisait en outre un Catalogue, afin de rendre visibles les moindres changements ultérieurs de ces corps mystérieux. C'est à lui que nous devons les premières descriptions exactes de la nébuleuse du Centaure ; de la grande nébuleuse d'Orion ; des nuées de Magellan, dont l'une, la plus grande, occupe une surface d'environ 42 degrés carrés, et renferme dans cet espace le nombre extraordinaire de 278 nébuleuses et amas d'étoiles, sans compter 50 à 60 satellites, qui peuvent être considérés comme des appendices de son système : « cette extrême densité, 6,5 nébuleuses par degré carré, surpasse, dit Herschel, celle de toute autre région nébuleuse du ciel » ; aussi regarde-t-il ces nuées « comme des systèmes *sui generis*, sans analogues dans d'autres parties du ciel ». C'est encore lui qui nous a fait connaître la région remarquable qui entoure l'étoile η du Navire, l'amas du Toucan, etc. ; et il faut bien le remarquer, le travail nécessité par l'examen de ces objets égale au moins celui qui lui fut nécessaire pour l'observation des nébuleuses ; car il arriva parfois que, dans une mince portion du ciel, à peine égale à deux fois l'espace occupé par le disque de la Lune, il ne rencontrait pas moins de 1216 étoiles.

Ces nombreuses observations ont conduit sir John Herschel à confirmer cette hypothèse, émise autrefois par son père, que les nébuleuses ne sont pas dispersées dans le ciel au hasard et sans loi apparente, mais qu'elles forment une espèce de dais ou de pavillon, au sommet ou au pôle duquel se trouve notre système solaire enfoui à une profondeur qui ne surpasse pas la distance moyenne des étoiles de 11e grandeur.

Lorsque ces nébuleuses eurent été étudiées, sir John Herschel reprit l'examen détaillé de toutes les étoiles doubles qu'il avait remarquées dans les balayages précédents : ce sujet d'étude lui offrait, en effet, un charme particulier. Un demi-siècle auparavant, son père avait commencé l'observation de ces objets curieux (par leur proximité et surtout par le contraste des colorations d'un si grand nombre d'entre eux), dans l'espérance d'y trouver un moyen de déterminer les distances de quelques étoiles à la Terre, valeurs qui lui manquaient pour compléter et finir sa magnifique théorie de la distribution des étoiles dans l'univers. Il n'y réussit point; mais, s'il ne trouva point ce qu'il cherchait, il découvrit que, dans la plupart de ces systèmes multiples, la composante tourne autour de l'étoile principale, comme les planètes autour du Soleil. De son côté, sir John Herschel avait inventé une méthode élégante et commode pour déterminer la forme de ces orbites et les périodes nécessaires à ces soleils pour accomplir leurs révolutions, périodes qui sont parfois tout à fait comparables aux durées des révolutions des planètes de notre système : ainsi la durée de la révolution de la composante de γ de la Vierge est d'environ 182 ans, à peu près égale à celle de Neptune.

Quoi qu'il en soit, sir John Herschel observa au Cap 2103 étoiles doubles nouvelles (ce qui suppose plus de dix mille observations), qu'il catalogua avec le plus grand soin, en y ajoutant les étoiles doubles déjà vues et enregistrées par d'autres observateurs, tels que Struve, Dunlop et Rümker, étoiles qu'il réobserva lui-même. D'après cet illustre astronome, le ciel austral est beaucoup moins riche en étoiles doubles que le ciel boréal, surtout dans les six dernières heures d'ascension droite.

Le même fait avait été remarqué par W. Herschel dans la moitié boréale du ciel pour le même quadrant. Aussi, pendant bien des nuits, sir John Herschel scrutait en vain le ciel sans y rencontrer les objets qu'il cherchait. « Je commence à croire », écrit-il, par exemple, le 24 juillet 1835, « que je ne rencontrerai plus jamais une autre étoile double. Les derniers balayages que j'ai faits en sont totalement dépourvus, et ce fait est vraiment merveilleux ; car j'avais choisi toutes les circonstances les plus favorables pour les découvrir. »

A ces travaux, faits par sir John Herschel pendant son séjour au Cap, nous devons ajouter une série d'observations et dessins de la comète de Halley à son apparition de 1835, de nombreuses observations sur les satellites de Saturne, les taches du Soleil, les grandeurs des étoiles visibles à l'œil nu et une révision des constellations du ciel austral. Avant sir J. Herschel, Halley avait aussi proposé quelques changements aux constellations du ciel austral (¹),

(1) Edmundi Hallei *Catalogus stellarum australium, sive supplementum Catalogi Tychonici, etc.*

changements que la Caille avait rejetés plus tard. On conçoit facilement ces tentatives contradictoires, car « l'aspect général du ciel austral est beaucoup moins saisissant que celui du nôtre ; les constellations renferment peu d'étoiles brillantes, et la manière dont elles y sont groupées est bien moins pittoresque. Il n'y a pas d'étoile polaire australe, visible à l'œil nu, propre à guider l'astronome dans l'ajustement de ses lunettes et le voyageur dans ses migrations. Tout le voisinage du pôle, jusqu'à une distance de 15 degrés, se trouve dépourvu à la fois d'étoiles et de nébuleuses, de nébuleuses surtout ; et, bien que les poëtes aient été disposés à chanter les merveilles de la croix du Sud, et qu'Orion puisse étaler ses gloires à de plus grandes hauteurs et sous un ciel plus pur, la première impression que ressentent le voyageur et l'astronome à la vue de cet hémisphère est une impression de désappointement. »

Sir John Herschel quitta le Cap dans le courant de 1838 ; à son retour en Angleterre, il fut l'objet d'un enthousiasme universel que méritaient ses travaux ; la Société royale (1) astronomique lui conféra la grande médaille d'or ; le Gouvernement lui offrit une pension à titre de récompense nationale. Quant à lui, il se livra, dans la solitude, aux nombreux travaux que nécessitait la publication des observations qu'il avait accumulées. Plus tard, sous le titre de « *Cœlis exploratis* », il réunit en un Catalogue toutes

(1) D'un autre côté, les habitants du Cap, pour perpétuer le souvenir du séjour parmi eux de cet homme illustre et désintéressé, firent élever un obélisque sur l'emplacement même qu'avait occupé son grand réflecteur de 20 pieds.



les étoiles actuellement connues. Cette œuvre, qui est un véritable monument, renferme, disposées par rang d'ascension droite et de distance polaire, 10000 étoiles environ et l'histoire complète de 5000 d'entre elles.

Sir John Herschel est mort le 11 mai 1871.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRES DES INDES.

I.

OBSERVATOIRE DE MADRAS.

L'Observatoire de Madras, fondé en 1819 par la Compagnie des Indes orientales, fut à l'origine confié à John Goldingham, ingénieur civil de la Compagnie, déjà fort connu dans cette ville par la construction de plusieurs édifices publics d'une remarquable élégance et par quelques observations astronomiques. Son premier soin fut de déterminer la position géographique de l'Observatoire de Madras, ainsi que celles de Calcutta et de Bombay. Par suite du manque de personnel et d'instruments, il n'a d'ailleurs point fait d'observations régulières; l'Observatoire ne possédait, en effet, qu'une lunette de 42 pouces de foyer, avec laquelle Goldingham a observé quelques éclipses des satellites de Jupiter. Ses observations parurent dans deux volumes imprimés en 1827, qui contiennent en outre la détermination de la longueur du pen-

dule simple battant la seconde, celle de la vitesse du son et le résumé des observations météorologiques faites à Madras.

Goldingham mourut à Worcester en 1849, dans un âge très-avancé; depuis quelques années, il avait abandonné la direction de l'Observatoire de Madras pour retourner en Angleterre, et avait été remplacé en 1830 par Thomas Glanville Taylor.

Taylor, né le 22 novembre 1804, à Ashburton (comté de Devonshire), était le fils d'un ancien aide du célèbre Maskelyne; lui-même fit son apprentissage astronomique à l'Observatoire de Greenwich, dont il fut assistant surnuméraire en 1820 et assistant en 1822. A ce titre il publia (1827-1830) des Éphémérides des planètes Pallas, Cérès, Vesta et Junon. Son extrême habileté expérimentale le fit choisir, en 1829, par le colonel Sabine, pour l'aider dans les observations qu'il faisait à l'Observatoire de Greenwich sur la longueur du pendule à seconde; il exécutait en même temps, pour l'illustre astronome Groombridge, une partie des calculs nécessaires à la rédaction de son Catalogue. En 1830, et sur la recommandation de l'astronome royal Pond, il fut nommé directeur de l'Observatoire de Madras.

Taylor se consacra dès lors tout entier aux devoirs de sa charge, et l'Astronomie profita beaucoup de ses travaux. L'Observatoire possédait depuis 1831 un instrument des passages de 5 pieds de foyer et un cercle mural de 4 pieds 1 pouce de foyer, construits tous deux par Dollond : de 1832 à 1848, sauf un intervalle de deux ans (1840 à 1842), qu'il passa en Angleterre pour réparer sa santé minée par le climat de Madras, Taylor s'en servit

pour étudier le ciel avec assiduité. La position de l'Observatoire de Madras avait d'ailleurs été merveilleusement choisie par la Compagnie des Indes orientales, qui a toujours su mener de front les intérêts généraux de l'humanité et ses intérêts propres. Placé dans une situation à peu près intermédiaire entre les Observatoires des deux hémisphères, l'Observatoire de Madras devait se consacrer à la formation de grands Catalogues, reliant les uns aux autres ceux que l'on s'attachait alors à former dans les deux moitiés du globe. Taylor le comprit, et c'est ce qui fait sa gloire. On lui doit « l'un des plus beaux Catalogues des temps modernes », *Astronomical Observations made at the honorable the East India Company's Observatory at Madras in the years* 1843-1847, qui comprend 11 015 étoiles observées chacune trois et quatre fois.

Obligé par sa santé de retourner encore en Angleterre au commencement de 1848, Taylor mourut le 4 mai 1848, à Southampton, avant d'avoir atteint sa quarante-quatrième année ; ce fut une grande perte pour la Science astronomique.

Il y avait alors, parmi les anciens ingénieurs de la Compagnie des Indes (*Royal Bombay's ingeneers*), un officier célèbre, William Stephen Jacob, qui avait pris, en 1831, sous les ordres du général Shortrede, une part importante à la triangulation du nord-est de l'Inde ; passionné pour l'Astronomie, il avait établi à ses frais, dans la station de Poonah, un petit Observatoire où il avait montré une grande habileté d'observation : ce fut lui que, sur la recommandation même de Taylor, la Compagnie désigna, en décembre 1848, pour diriger l'Observatoire de Madras.

Le capitaine Jacob, né le 29 novembre 1813, à Woo-

lavington (Sommersetshire), était entré, comme cadet, en 1828, au collége de la Compagnie des Indes orientales, à Addiscombe; il s'y fit remarquer par une aptitude surprenante pour les Mathématiques, et fut désigné pour faire partie du corps des ingénieurs de la Compagnie, et entrer à l'école de Chatham. A sa sortie, en 1831, il fut envoyé à Bombay, et en 1843, fatigué de ses travaux géodésiques incessants, il revint en Angleterre prendre un repos de deux ans. Il retourna dans l'Inde en 1845, mais il quitta bientôt le service de la Compagnie et se donna tout entier, à Poonah, aux travaux astronomiques, pour lesquels il avait toujours eu une prédilection particulière.

Le plus beau des instruments dont il dispôsait était une lunette de Dollond, de 5 pieds de foyer, montée équatorialement. Jacob l'employa pendant trois ans, de 1845 à 1848, à l'observation des étoiles doubles : il put ainsi former un Catalogue comprenant les ascensions droites et les distances polaires de 244 d'entre elles (*Catalogue of double Stars deduced from observations made at Poonah from november* 1845 *to february* 1848).

Placé à la tête de l'Observatoire de Madras, le capitaine Jacob continua l'œuvre de son prédécesseur en entreprenant la révision des étoiles du Catalogue de l'Association britannique (B. A. C.) (1) comprises entre

(1) *A subsidiary Catalogue of* 1440 *Stars.* — Observations de Madras de 1848 à 1852 (1854).

Catalogue of 317 *Stars selected from the British Association Catalogue* (*Memoirs of the royal astronomical Society*, vol. XXVIII; 1860.

40 degrés et 155 degrés de distance polaire nord (1848-1852), et, plus tard, par la réobservation de 317 étoiles australes du même Catalogue (1853-1857), auxquelles on avait attribué des mouvements propres considérables.

En outre, à l'inverse de son prédécesseur, il dirigea aussi les forces de l'Observatoire vers quelques-uns des phénomènes singuliers que présente le Ciel. On a de lui de nombreuses observations d'étoiles doubles, des satellites de Jupiter, de Neptune, de Saturne, et des mesures très-exactes du diamètre de cette dernière planète. Mais le climat si insalubre de la résidence de Madras lui était très-défavorable ; déjà en avril 1854, le mauvais état de sa santé l'avait forcé à retourner en Angleterre, le major Worster, de l'artillerie de Madras, avait dû prendre la direction de l'Observatoire, et c'est lui qui, aidé d'assistants indigènes, dressa à peu près entièrement le Catalogue des 317 étoiles. A son retour, en décembre 1855, Jacob voulut s'occuper aussi des planètes télescopiques, dont les Observatoires de Greenwich et de Paris venaient d'entreprendre l'observation continue. Mais la faiblesse optique de ses instruments méridiens ne lui permit pas d'assigner ainsi à l'Observatoire de Madras ce rôle nouveau, et fort important, de vedette planétaire pour l'hémisphère austral. Tous ses efforts tendirent, dès lors, à obtenir des instruments plus puissants ; il y réussit, et le Gouvernement lui donna, en 1856, les fonds nécessaires à la construction d'un grand cercle méridien de Simms, semblable, quoique de dimensions un peu moindres, à ceux qu'on venait d'installer à Greenwich et au Cap de Bonne-Espérance. Ce cercle n'arriva à Madras qu'au mois de mars 1858. Un mois plus tard, miné par la chaleur et

l'humidité du climat, le capitaine Jacob revenait de nouveau en Europe, et, le 13 octobre 1859, il donnait sa démission de directeur de l'Observatoire. Jacob était loin pourtant d'abandonner toute idée de retour. A peine arrivé en Angleterre, il s'occupait de la construction d'un grand équatorial de 9 pouces d'ouverture, qu'il devait à son retour installer à Poonah dans son Observatoire particulier, pour lequel le gouvernement lui avait accordé une subvention de 1000 livres (25 000 francs), et qu'il commanda à la maison Lerebours et Secrétan de Paris. Il revint en effet dans l'Inde ; mais il avait trop présumé de ses forces : il mourut peu après, à Poonah, le 16 avril 1862.

Au moment du départ du capitaine Jacob (1860), le lieutenant Tennant, du corps des ingénieurs de Madras, fut chargé de le remplacer, mais sa direction dura fort peu ; en octobre 1860, il demanda à être déchargé de ses fonctions, et il fut remplacé par M. Norman Robert Pogson.

Pogson, né le 23 mars 1829 à Nottingham, fut d'abord professeur de Mathématiques à Londres ; en 1851, il devint assistant de M. Hind à l'Observatoire de South Villa ; puis, de 1851 à 1854, second assistant à l'Observatoire de Radcliffe, qu'il quitta pour devenir premier assistant, puis directeur (1859) de l'Observatoire privé du D[r] Lee, à Hartwell (Buckinghamshire) ; il y commença réellement sa réputation astronomique.

L'Association britannique et la Société royale astronomique avaient, vers cette époque, recommandé à l'attention des astronomes l'observation des étoiles doubles et la détermination de la grandeur relative des étoiles. C'est dans cette direction tout à fait appropriée aux re-

cherches d'un observateur privé, maître de son programme et libre de son temps, que se portèrent les efforts de M. Pogson. Il fut ainsi conduit à la découverte d'un grand nombre d'étoiles télescopiques variables, objet d'étude auquel il consacra désormais presque tous ses instants. Pendant son séjour à Hartwell, il publia chaque année une Éphéméride des étoiles variables : il fit en outre sept cartes analogues à celles de M. Bishop, et où les étoiles sont marquées jusqu'à la 12ᵉ grandeur ; on lui doit aussi un grand nombre de mesures d'étoiles doubles, entre autres celle de l'étoile binaire γ de la Vierge.

Le genre d'observations auquel il se livrait fut d'ailleurs pour lui l'occasion de la découverte de trois de ces planètes télescopiques qui se meuvent entre Mars et Jupiter : Isis (23 mai 1856), Ariane (15 avril 1857) et Hestia (16 août 1857); enfin, en 1859, il publia un travail intéressant sur la construction de l'héliomètre et son mode d'emploi.

M. Pogson, nommé directeur de l'Observatoire de Madras, le 17 octobre 1860, continua dans cet établissement les travaux qui lui avaient si bien réussi à Hartwell. Aussi, après avoir fait installer l'équatorial de Troughton et Simms, qu'avait apporté le capitaine Jacob, fait acheter et établir (1866) l'équatorial de Secrétan et Lerebours, qui avait appartenu à ce même astronome, il reprit son Catalogue des étoiles variables ; pendant ces recherches, il découvrait Asia (17 avril 1861), Sapho (2 mai 1864) et Sylvia (16 mai 1866).

En même temps, M. Pogson organisait le service des observations méridiennes ; mettant à profit l'aptitude

toute spéciale pour l'observation que Wilcox, astronome du roi d'Oude à Lucknow, avait reconnue chez les Hindous, il confia ces observations à des assistants indigènes qui travaillèrent sous sa haute surveillance ; c'était le meilleur moyen de parer à l'insuffisance du personnel provenant de la métropole, et cet exemple a été suivi plus tard dans la plupart des Observatoires coloniaux. M. Pogson fut largement récompensé de la peine que lui causa l'éducation astronomique de ce personnel nouveau. De 1862 à 1869 on fit, aux instruments méridiens de l'Observatoire de Madras, 9618 observations complètes, dont un grand nombre se rapportent à des étoiles jusqu'alors inobservées.

Mais il y a une ombre dans le tableau si brillant de l'histoire de cet Observatoire ; le directeur ne dispose d'aucune somme régulière pour la publication de ses observations, si bien que les nombreuses observations dont nous venons de parler restent enfouies, inutiles, dans les cartons de l'Observatoire.

Outre ces travaux astronomiques, M. Pogson fait continuer la série régulière des observations météorologiques commencées par ses prédécesseurs.

Cet illustre astronome est encore actuellement directeur de l'Observatoire de Madras.

II.

OBSERVATOIRE DE LUCKNOW.

L'Observatoire de Lucknow a été fondé, en 1841, par le roi d'Oude. Ce royaume, situé à l'extrémité orientale

des possessions anglaises de l'Inde, et qui formait autrefois une province de l'empire mogol, fut l'un des États indépendants les plus florissants de l'Inde. Partageant le sort des royaumes voisins, il devint plus tard tributaire de l'Angleterre et fut annexé en 1856.

En 1841, le roi d'Oude, encore indépendant, jaloux du renom que la fondation de l'Observatoire de Madras avait donné dans l'Inde au nom de Goldingham, résolut de créer dans son royaume un établissement astronomique. Grâce aux richesses de son pays, il put l'établir sur une très-grande échelle, le munir des meilleurs instruments et en faire à cette époque l'Observatoire le mieux outillé de l'Inde. A sa fondation, l'Observatoire de Lucknow possédait : un cercle mural de 6 pieds et un instrument des passages de 9 pieds, semblables à ceux qui existaient à Greenwich, un équatorial de Troughton et Simms de 5,5 pouces d'ouverture et des pendules de Molyneux.

La direction de ce bel établissement fut confiée au colonel Wilcox, du corps des *Royal Madras Ingeneers*.

Son intention première était de se consacrer surtout à l'observation suivie, pendant le jour, des planètes grandes ou petites. Mais l'agitation continuelle de l'atmosphère, causée par la haute température de la contrée, l'empêcha de donner suite à cette idée. Il se rejeta sur l'Astronomie stellaire, observant chaque étoile,non pas seulement deux ou trois fois, comme l'avait fait Taylor, mais dix fois au moins.

L'astronome du roi d'Oude avait à sa disposition trois aides indigènes qui lui rendirent de grands services, et il put, au moyen d'observations simultanées faites au cercle mural et à l'instrument des passages, déterminer les deux

coordonnées de chaque astre observé. En même temps, il utilisait son équatorial de Troughton pour l'observation des éclipses des satellites de Jupiter. Mais le roi d'Oude n'avait établi aucun fonds régulier pour l'impression des observations; Wilcox fit auprès de lui et auprès de la Société royale astronomique de Londres de nombreuses démarches, pour obtenir les sommes nécessaires à leur publication. Vers 1846, elles furent couronnées de succès; le roi mit à sa disposition une première somme de 600 livres (15 000 fr.) pour faire imprimer les travaux des trois premières années, s'engageant à donner ensuite 50 à 60 livres (1500 fr.) par an pour faire paraître les *Résultats* dans les *Mémoires de la Société royale astronomique*. Les observations étaient alors presque entièrement réduites; mais la maladie commençait à miner la santé de Wilcox, qui mourut en octobre 1848, n'ayant pu achever que la réduction des observations de 1842, 1843 et 1844.

Peu de temps après, en juin 1849, le roi d'Oude supprima l'Observatoire de Lucknow, dont l'existence éphémère était cependant loin d'avoir été inutile; les papiers et les instruments furent confiés à la garde d'un officier indigène, sous la surveillance du Résident anglais.

En 1851, le Conseil de la Société royale fit connaître au Capitaine Jacob le véritable état des choses à Lucknow, l'engageant à demander pour l'Observatoire de Madras les anciens instruments de Wilcox, et pour la Société les manuscrits, etc.

Malheureusement, ou les démarches n'ont pas été faites par Jacob, ou bien l'état politique du pays les empêcha d'aboutir : les papiers de Wilcox furent bientôt mangés par les fourmis blanches, et, en 1856, lors de la guerre

du Delhi, qui fut suivie de l'annexion du royaume d'Oude, les instruments de l'ancien Observatoire de Lucknow furent détruits. A son entrée dans la ville, le lieutenant Tennant, du corps des ingénieurs du Bengale et premier assistant du *Great Indian Survey*, qui était présent à la prise et à l'occupation de Lucknow, n'y trouva plus que deux petites lunettes de 2 et 3 pieds de foyer, avec 2 pouces d'ouverture, mais dépourvues de leurs objectifs; quant aux bâtiments de l'ancien Observatoire, ils étaient dans un bon état de conservation; de sorte que, en définitive, les beaux instruments qu'avait su obtenir Wilcox et les travaux qu'il avait accomplis avec leur secours sont complétement perdus pour la science astronomique.

III.

OBSERVATOIRE DE TRÉVANDRUM.

Cet Observatoire, créé par le rajah de Travancore, sur la côte de Malabar, à peu près à la même époque que celui de Lucknow, fut moins utile que celui-ci à l'astronomie d'observation. Il possédait cependant un équatorial dont la lunette, due au célèbre Dollond, avait 7,5 pieds (2^{m},29) de foyer et 5 pouces d'ouverture, deux cercles muraux de 5 pieds (1^{m},52) de diamètre et une lunette méridienne de 5 pieds (1^{m},52) de foyer.

Le premier directeur de l'Observatoire de Trévandrum fut John Coldescott, ancien résident anglais près du rajah, et qui avait décidé ce souverain à sa création. Nous ne croyons pas qu'il ait fait à Trévandrum des observa-

tions astronomiques régulières; il paraît s'être borné à étudier quelques phénomènes accidentels remarquables. C'est ainsi qu'en 1843 il suivit avec soin la grande comète qui, en août et septembre, fit tant d'impression en Amérique d'abord, et plus tard en Europe, et que la même année il observa une éclipse totale de Soleil. C'est à peu près à la même époque que Taylor, alors directeur de l'Observatoire de Madras, visita l'Observatoire de Trévandrum, où son excessive myopie fut cause d'une chute dont il ne guérit jamais complétement et qui détermina sa mort prématurée.

Quelques années après, Coldescott fut remplacé par M. J. Allan Brown. D'après les quelques renseignements que nous avons pu recueillir, le nouveau directeur aurait installé à l'Observatoire un système régulier d'observations astronomiques et magnétiques, et considérablement augmenté les travaux météorologiques établis par son prédécesseur. Il ne resta d'ailleurs que peu de temps astronome du rajah de Travancore; car, en 1859, l'Observatoire de Trévandrum fut fermé par ordre de ce souverain et M. Brown revint en Europe avec une pension du rajah.

Aucun des résultats astronomiques qu'il a obtenus pendant son séjour à Trévandrum n'ont été publiés; et quant à ses observations magnétiques, on ne les connaît que par quelques courtes Notices lues par lui à la session tenue par l'Association britannique, à Oxford, en juin 1860.

IV.

OBSERVATOIRE DE M. E.-B. POWELL (MADRAS).

Pendant son séjour à l'Observatoire de Madras, non-seulement le capitaine Jacob porta son attention sur la plupart des phénomènes astronomiques, mais il sut faire naître autour de lui une véritable passion pour cette science. C'est ainsi qu'à la fin de 1852 il détermina la création d'un nouvel Observatoire dans un terrain attenant au collége des indigènes de Madras; cet établissement, fort modeste d'ailleurs, se compose d'une chambre octogonale, semblable à la chambre équatoriale de l'Observatoire de Madras, au centre de laquelle est installé un équatorial de Troughton et Simms dont la lunette a 5 pieds 3 pouces ($1^m,60$) de foyer et 4 pouces ($0^m,11$) d'ouverture.

Le propriétaire de cet Observatoire, M. Eyre Burton Powell, qui en est en même temps le seul astronome, a consacré ses efforts à l'observation des systèmes les plus importants d'étoiles doubles qui ne sont visibles dans aucun Observatoire européen. Les résultats publiés de ses observations forment deux Catalogues insérés dans les Mémoires de la Société royale astronomique : *Observations of double stars taken at Madras in* 1843, 1844, 1845 *and the beginning of* 1856 (vol. XXV, 1857; ce Catalogue comprend 130 étoiles). *Second Series of Observations of double stars taken at Madras in* 1859, 1860, 1861 *and* 1862 (vol. XXXII, 1864; ce Catalogue com-

prend 56 étoiles). Parmi les systèmes binaires qui ont le plus fixé son attention, nous citerons le système de l'étoile α du Centaure, sur lequel il a réuni plus de deux mille observations de positions et de distances qui l'ont conduit à la valeur de 78 ans pour durée de la révolution du compagnon autour de l'étoile principale.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRES D'AUSTRALIE.

I.

OBSERVATOIRE DE PARAMATTA (NOUVELLE-GALLES DU SUD).

L'Observatoire de Paramatta a été fondé en 1821 par Thomas Brisbane, alors gouverneur de la colonie de la Nouvelle-Galles.

Depuis le voyage entrepris par l'abbé de la Caille au Cap de Bonne-Espérance sur les ordres du gouvernement français, aucune tentative sérieuse n'avait été faite pour ajouter à nos connaissances sur la moitié australe du ciel : Brisbane résolut de combler à ses frais cette lacune, et, dans ce but, il fonda à la Nouvelle-Galles trois Observatoires : l'un d'eux, établi à Markestown, fut un Observatoire magnétique et météorologique, qui eut pour premier directeur M. J.-A. Brown, devenu depuis astronome du rajah de Travancore; les deux autres furent des Observatoires astronomiques. Mais l'Observatoire établi à Bris-

bane même ne fut presque pas utilisé et d'ailleurs fort peu doté; seul, l'Observatoire de Paramatta, à 14 milles de Sydney, servit utilement aux progrès de la science astronomique.

Brisbane commanda en Europe une collection complète d'instruments astronomiques, et appela en même temps, pour les utiliser, deux jeunes savants, MM. Charles Rumker et James Dunlop; le 22 mai 1822, le gouverneur et ses deux astronomes commencèrent leurs observations.

Les instruments dont ils disposaient étaient une lunette des passages, de Troughton, dont l'objectif avait 5,5 pieds de longueur focale; un cercle mural de 2 pieds; un cercle répétiteur de Reichenbach, de 16 pouces; une lunette achromatique de 46 pouces, montée équatorialement; une pendule sidérale de Hardy, deux pendules temps moyen de Grimald et de Bréguet.

Du mois de mai 1822 jusqu'en mars 1826, on fit, à l'Observatoire de Paramatta, tantôt avec l'instrument des passages et le cercle mural, tantôt avec le cercle mural seul, plus de 4000 observations d'étoiles comprises entre le zénith et le pôle sud, et de 8e grandeur au plus; elles conduisirent à la formation d'un Catalogue de 7385 étoiles publié, en 1835, d'après les ordres des Lords de l'amirauté, par William Richardson, assistant de l'Observatoire de Greenwich, sous le titre : *A Catalogue of* 7385 *stars chiefly in the southern hemisphere, prepared from the observations made in the years* 1822, 1823, 1825 *and* 1826, *at the Observatory at Paramatta, New South Wales.*

La plupart de ces étoiles sont invisibles dans notre hé-

misphère et n'avaient pas été observées depuis le voyage de l'abbé de la Caille.

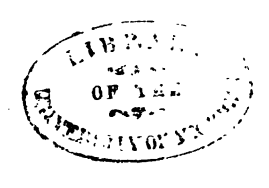
En 1826, Dunlop revint en Europe, et, sir Thomas Brisbane ayant aussi quitté la colonie, l'Observatoire de Paramatta fut acquis par le Gouvernement colonial, qui nomma Ch. Rumker directeur de l'établissement.

Ce dernier continua les observations primitives, et fit ainsi un nouveau Catalogue, publié en 1832, à Hambourg, sous le titre : *Preliminary Catalogue of fixed stars intended for a prospectus of a Catalogue of the stars of the southern hemisphere, included within the tropic of Capricorn.*

En 1829, Rumker quitta la Nouvelle-Galles du Sud pour revenir en Europe, et fut remplacé par son ancien collègue Dunlop, qui arriva à Paramatta en 1831.

Dunlop resta dès lors à Paramatta jusqu'à sa mort, en 1848. Il s'y occupa surtout d'observations d'étoiles doubles et de nébuleuses ; et l'un de ses travaux les plus importants est le Catalogue de 253 étoiles doubles et triples publié dans le troisième volume des *Mémoires de la Société royale astronomique.* En outre, il découvrit deux comètes le 17 septembre 1833 et le 16 mars 1834.

Après la mort de Dunlop, soit par suite de la négligence du Gouvernement colonial, soit par suite du manque d'astronomes qui voulussent le diriger, l'Observatoire fut délaissé. Plus tard, en 1855, on le supprima complétement, et l'on en établit un autre à Sydney même.



II.

OBSERVATOIRE DE SYDNEY.

Depuis que, par suite de la mort de Dunlop, l'Observatoire fondé par sir Thomas Brisbane à Paramatta était inutilisé, les marins anglais qui faisaient relâche à Sydney et qui n'y trouvaient plus les moyens de régler leurs chronomètres réclamaient son rétablissement; mais, d'après le rapport de l'architecte colonial, M. Dawson, les anciens bâtiments étaient trop dégradés pour pouvoir être restaurés. Aussi, en 1855, le Gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud vota-t-il une somme de 7000 livres (175000 francs) pour subvenir aux frais de la construction d'un nouvel Observatoire.

En même temps il priait l'illustre directeur de Greenwich, M. Airy, de choisir, parmi les jeunes astronomes anglais, le directeur du nouvel établissement. Le choix de M. Airy se porta sur M. W. Scott, qui, après avoir passé quelque temps à l'Observatoire de Greenwich pour compléter son éducation astronomique, partit pour Sydney, où il arriva le 31 octobre 1856.

Il s'agissait d'abord de fixer l'emplacement du nouvel établissement. Les besoins de la Marine, plutôt que les convenances astronomiques, le firent établir auprès du fort Philippe, où fut installé le *Time-Ball signal*. Les constructions, commencées en mai 1857, sous la direction de M. Dawson, furent conduites avec célérité, quoique les plans comportassent presque un Observatoire de premier ordre.

Les bâtiments comprennent : l'habitation de l'astronome pour la Nouvelle-Galles du Sud (elle fut occupée le 11 avril 1858); la bibliothèque de l'Observatoire; un bureau des calculs; la tour du *Time-Ball*; une tour dans laquelle on installa l'équatorial de Paramatta; une salle méridienne où furent établis un instrument des passages, construit par Troughton, un cercle méridien, le cercle mural de Paramatta, une pendule sidérale de Hardy et deux pendules temps moyen, l'une de Grimald, l'autre de Bréguet, provenant toutes les trois de Paramatta. L'Observatoire possède en outre quelques petits instruments, qu'il tient soit de l'ancien Observatoire de Th. Brisbane, soit du *Great Indian Survey*.

Le nouvel Observatoire de Sydney fut donc, dès l'origine, un des Observatoires de second ordre les mieux outillés.

Après quelques hésitations inévitables, M. Scott résolut d'observer, autant que possible, les mêmes étoiles qu'au Cap de Bonne-Espérance, en y comprenant, outre celles du *Nautical Almanac*, les étoiles de 6e et 7e grandeur du B. A. C. (*British Association Catalogue*) et du *La Caille's new Catalogue*. Toutefois, depuis 1859, cette grande revue du ciel austral a été entreprise de concert par les trois Observatoires du Cap, de Sydney et de Melbourne; de telle sorte que l'Observatoire de Sydney a restreint ses travaux aux étoiles comprises dans une zone limitée par deux cercles distants du zénith de 10 degrés au nord et au sud.

En 1861, M. W.-R. Scott, prenant pour bases les longitudes du Cap de Bonne-Espérance et de Greenwich, a déterminé celle de l'Observatoire, au moyen d'observa-

tions méridiennes de la Lune faites simultanément dans les trois stations (33 culminations observées à Greenwich et à Sydney, 23 culminations observées au Cap et à Sydney); la valeur ainsi trouvée est $10^h 4^m 45^s 79$. D'ailleurs, frappé de la difficulté qu'avait éprouvée le Gouvernement colonial pour recruter les fonctionnaires de l'Observatoire parmi les astronomes de la métropole, il chercha à encourager chez les Australiens le goût de l'Astronomie. L'un de ceux dont il avait ainsi déterminé la vocation, M. Tebbutt fut assez heureux pour découvrir, le 13 mai 1861, dans son Observatoire particulier de Windsor, une nouvelle comète (comète II, 1861) qui fut observée avec le plus grand soin à l'Observatoire de Sydney.

Vers le mois de mai de cette même année, l'Observatoire de Sydney reçut d'Europe un équatorial destiné à remplacer celui qui provenait de l'Observatoire de Paramatta, et qui était notoirement insuffisant. La lunette de cet instrument, construit par MM. Merz et Mahler, de Munich, a 9 pieds 8 pouces français (3^m, 14) de distance focale et 7 pouces (0^m, 19) d'ouverture; poussée avec la plus grande activité, l'installation de cet équatorial fut terminée le 4 juin suivant. M. Scott destinait cette belle lunette à la réobservation des étoiles doubles de sir John Herschel (*voir* p. 71 et suiv.); mais il n'en profita pas, car, sans que la raison nous en soit connue, il résigna, en 1862, ses fonctions d'*Astronome de la Nouvelle-Galles du Sud* et revint en Europe.

Son successeur, M. Smalley, déjà attaché à l'Observatoire depuis quelques années, continua la même série d'observations méridiennes et, en outre, s'attacha à suivre avec soin la marche des comètes visibles à Sydney; c'est

ainsi qu'on a de lui deux belles séries d'observations de la comète I, 1864, et de la comète d'Encke à son apparition de 1865.

En 1868, M. Smalley fut chargé par le Gouvernement colonial de diriger les opérations géodésiques qu'il faisait exécuter dans la colonie; mais la maladie vint bientôt interrompre ses travaux : il mourut au commencement de l'année 1870.

M. Russell prit alors la direction de l'Observatoire de Sydney et des entreprises géodésiques. Ainsi, dans le courant de 1870, et 1871 il a terminé la mesure de la Base du lac Saint-Georges, commencée par M. Smalley, et déterminé la latitude et la longitude (méthode électrique) de la ville d'Orange (*Town Orange*), située à 150 milles de Sydney.

A l'Observatoire, M. Russell a étendu beaucoup le champ des observations astronomiques. L'instrument des passages reste consacré aux observations méridiennes des étoiles choisies par W. Scott et des étoiles de la Lune (*Moon culminating stars*). L'équatorial sert à des mesures régulières de distances et d'angles de position d'étoiles doubles, et, M. Russell y ayant fait adapter un appareil photographique, à des recherches sur la figure de notre satellite.

Enfin on a construit tout récemment à l'Observatoire, avec du verre coulé dans la colonie, deux télescopes de 10,75 pouces ($0^{m},26$) d'ouverture, dont les qualités sont, paraît-il, excellentes et ont inspiré à M. Russell l'espoir de pouvoir bientôt en construire un autre de dimensions beaucoup plus considérables; ces deux télescopes servent actuellement à l'étude des étoiles colorées.

Ajoutons qu'en outre on a récemment installé à Newcastle (100 milles de Sydney) un *Time-Ball Signal*, et que tous les jours l'Observatoire de Sydney transmet l'heure à cette station.

D'un autre côté, M. Russell a considérablement développé le service météorologique de la Nouvelle-Galles du Sud, dont W. Scott avait commencé l'établissement. Le nombre des stations est maintenant de quarante-deux, et six d'entre elles font des observations magnétiques; toutes les observations sont centralisées à Sydney, qui joue pour la Nouvelle-Galles le rôle de Kew pour l'Angleterre, et qui possède les mêmes appareils enregistreurs que l'Observatoire central de la mère patrie: barographe, thermographe, anémographe, et instruments magnétiques enregistreurs.

Enfin l'Observatoire de Sydney, qui prit une part active a l'observation de l'éclipse solaire du 11 décembre 1871, fait de grands préparatifs en vue du passage de Vénus de 1874; deux Observatoires temporaires nouveaux seront érigés dans ce but, l'un à la pointe sud-est de la colonie, l'autre dans les montagnes qui sont à l'ouest de Sydney. Le gouvernement de la Nouvelle-Galles a voté 1000 livres (25000 francs) pour l'érection des bâtiments; nous ignorons quels sont les instruments que l'on se propose d'employer et les sommes votées pour leur construction.

L'Observatoire de Sydney a donc conquis un rang fort important parmi les établissements astronomiques : il est à regretter que la publication des observations n'ait pas marché de pair avec les observations elles-mêmes. Depuis les deux volumes des *Astronomical observations made at the Sydney Observatory*, parus en 1860 et 1861, par les

soins de M. Scott et relatifs aux années 1859 et 1860, l'Observatoire de Sydney n'a communiqué au monde astronomique aucun de ses nombreux travaux. Il y a là une lacune, qui sans doute sera bientôt comblée : un Observatoire ne devient réellement utile que le jour où ses observations sont régulièrement et méthodiquement publiées.

III.

OBSERVATOIRE DE M. TEBBUTT (WINDSOR, NOUVELLE-GALLES DU SUD).

L'honneur de la création de l'Observatoire de Windsor, qui appartient à M. Tebbutt, doit, à bon droit, revenir à M. Scott, le premier directeur de l'Observatoire de Sydney. M. Scott sut, en effet, inspirer à M. Tebbutt le goût de l'Astronomie et en même temps le désir d'avoir un Observatoire où il pût lui-même, et dans une complète indépendance, travailler aux progrès de la portion de cette science qui l'avait le plus intéressé dans le cours de ses études.

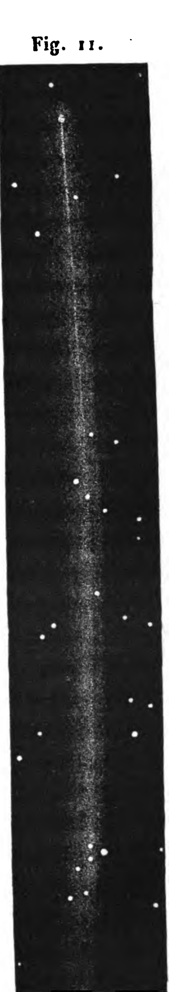
L'Observatoire de Windsor date de 1862 : un équatorial de 4 pieds de foyer et 3,25 pouces d'ouverture, tel est son instrument important; on lui a adjoint une petite lunette des passages pour donner le temps. Cet outillage suffit à M. Tebbutt pour le but qu'il se propose, l'observation des comètes; et, depuis 1864, il n'est pas une comète visible dans l'hémisphère austral qui n'ait été observée à Windsor.

Il fut d'ailleurs encouragé à marcher dans cette voie par un heureux début. Le 23 mai 1861, peu après l'installation de son équatorial, il découvrit une comète (co-

mète II, 1861) (*fig.* 11), qui plus tard, à la fin de 1861, vint surprendre toute l'Europe par sa chevelure spirale (*fig.* 12 et 13) et qui projetait derrière elle, dans une direction opposée au Soleil, une queue de plus de 40 degrés.

M. Tebbutt a fait plus : soit par lui, soit par des calculateurs à ses frais, il a publié les éléments d'un certain nombre de ces astres errants. D'ailleurs, le but que M. Tebbutt s'était, à l'origine, proposé d'atteindre lui parut bien vite insuffisant pour occuper ses loisirs; dans l'étude du ciel, plus peut-être que dans aucune autre, un travail fait avec goût en amène forcément un autre. La constellation d'Argus était alors l'objet de controverses nombreuses. M. Tebbutt l'étudia avec soin, et ses travaux sont de ceux qu'il faut consulter. Enfin, depuis quelques années, d'accord avec l'astronome royal d'Angleterre, M. Airy, il se consacre à l'observation des éclipses et des passages des satellites de Jupiter, sujet délaissé, depuis la Caille et Cassini, par les astronomes français, quoiqu'il soit cependant d'une importance considérable pour corriger ou confirmer les résultats obtenus, d'une autre manière,

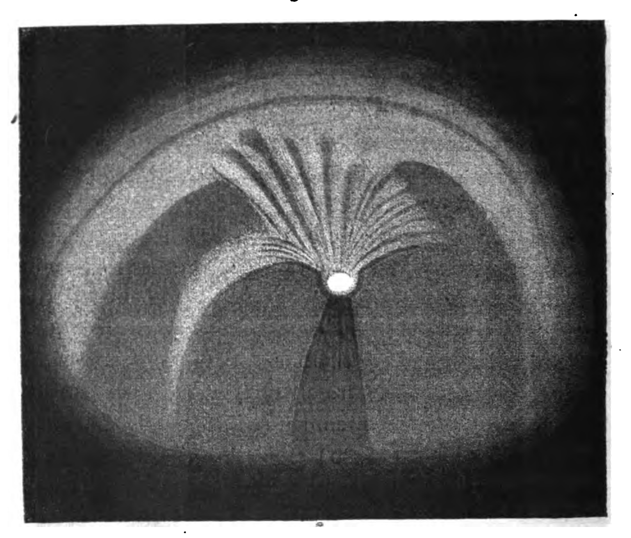
Fig. 11.



Grande comète de 1861.

par les illustres astronomes qui font de cet astre l'objet de leurs études mathématiques.

Fig. 12.



Tête de la grande comète de 1861, le 30 juin 1861.

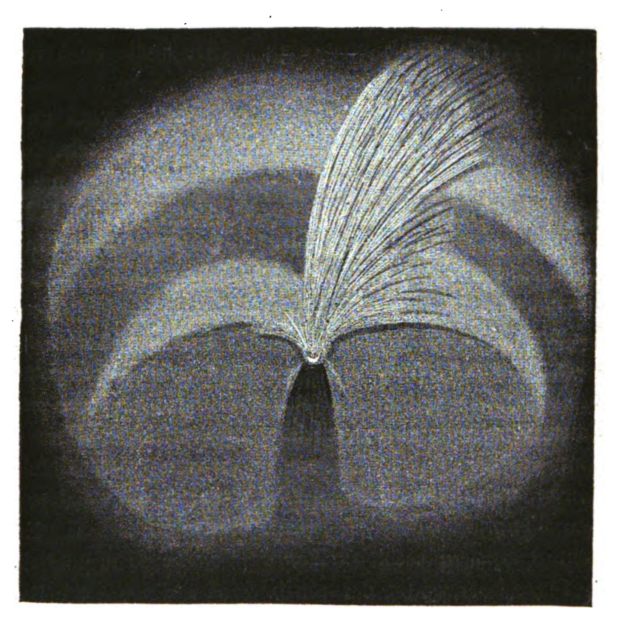
IV.

OBSERVATOIRE DE LA COLONIE DE VICTORIA (WILLIAMS-TOWN, MELBOURNE).

L'accroissement rapide que l'exploitation des mines d'or avait imprimé vers 1850 à la navigation entre l'Europe et l'Australie démontra la nécessité absolue d'avoir dans cette colonie une station astronomique où les marins

pussent trouver l'heure exacte. Aussi le gouvernement local décida-t-il, en juillet 1853, la création d'un Observatoire à Williamstown, sur la côte sud-ouest de la baie de Hobson, qui forme la tête de la grande baie de Port-

Fig. 13.



Tète de la grande comète de 1861, le 1er juillet.

Phillip; M. R.-J.-L. Ellery fut chargé de l'organiser, puis de le diriger.

M. Ellery s'occupa d'abord de donner l'heure, et, dès 1853, il avait établi deux *Time-Ball,* l'un à Williamstown, l'autre à Melbourne. A l'origine, dépourvu de tout autre

instrument, il dut, pour obtenir l'heure, se contenter du sextant; mais, dans les premiers mois de 1854, on lui envoya d'Angleterre un instrument des passages de 25 pouces de foyer et une excellente horloge de Frodsham; il substitua alors à la chute du *Time-Ball* un nouveau signal produit par l'éclipse et la réapparition d'une forte lumière placée au sommet d'un édifice analogue à un phare.

En 1854, le gouvernement colonial ayant voté une somme de 2800 livres (70 000 fr.) pour la construction de l'Observatoire et l'achat de quelques instruments nouveaux, on bâtit, sur la colline qui se termine au Cap Gellibrand, deux cabinets dans lesquels furent placés l'instrument des passages de Troughton et Simms, et un altazimut dont les cercles avaient 18 pouces de diamètre.

Jusqu'en 1859, les travaux de l'Observatoire se sont bornés à donner l'heure; mais à cette époque la législature décida l'acquisition d'un grand cercle des passages, d'un secteur zénithal, de pendules, instruments qui furent commandés en Angleterre, et l'on fit construire, à Melbourne, une sorte de télégraphe Morse à deux palettes pour l'enregistrement électrique des observations. En même temps on créait un *Board of visitors*, composé de neuf membres, ayant des attributions analogues à celles du *Board of visitors* de Greenwich.

En 1861, et au moment où les lunettes commandées en Angleterre allaient arriver, on se décida à abandonner Williamstown, où les instruments se trouvaient trop près de la ville et au voisinage immédiat d'un chemin de fer, pour établir l'Observatoire sur un point élevé d'un vaste terrain situé, à 4 milles de là, au sud de Melbourne et

destiné à devenir un parc. Les bâtiments du nouvel Observatoire furent terminés en 1863, et les instruments installés au mois de juin de la même année.

Le cercle des passages de Troughton et Simms a un objectif de 5 pouces d'ouverture et 6 pieds de longueur focale ; son cercle gradué a 4 pieds de diamètre ; les lectures s'y font à l'aide de quatre microscopes.

L'équatorial a été également construit par Troughton et Simms ; il a un objectif de 4,5 pouces d'ouverture et de 5 pieds de foyer ; sa monture est du modèle de celle de Fraünhofer.

Le personnel se compose d'un directeur, M. R.-L.-J. Ellery, et de trois assistants, MM. E.-J. White, C. Moerlin et J.-E. Gilbert.

Depuis 1863, on fait régulièrement à Melbourne des observations du Soleil, de la Lune et des planètes en opposition : ces observations sont publiées chaque année.

En 1866, et sur le plan adopté déjà par les Observatoires du Cap et de Sydney, on a commencé au cercle des passages (les observations s'enregistrent sur un chronographe électrique à pendule conique) l'observation par zones et jusqu'à la 10e grandeur des étoiles comprises entre 150 et 155 degrés de distance polaire nord ; le nombre des observations faites jusqu'ici s'élève à 48 672, dont la plus grande partie a été publiée dans quatre volumes qui ont pour titre : *Astronomical observations made at the Melbourne Observatory* (ou bien *at the williamstown Observatory*), *unter the direction of* Robert-J.-L. Ellery, *Government astronomer to the colony of Victoria, Australia*. Ce beau catalogue se continue activement.

En outre, à Melbourne comme à Sydney, on fait d'une

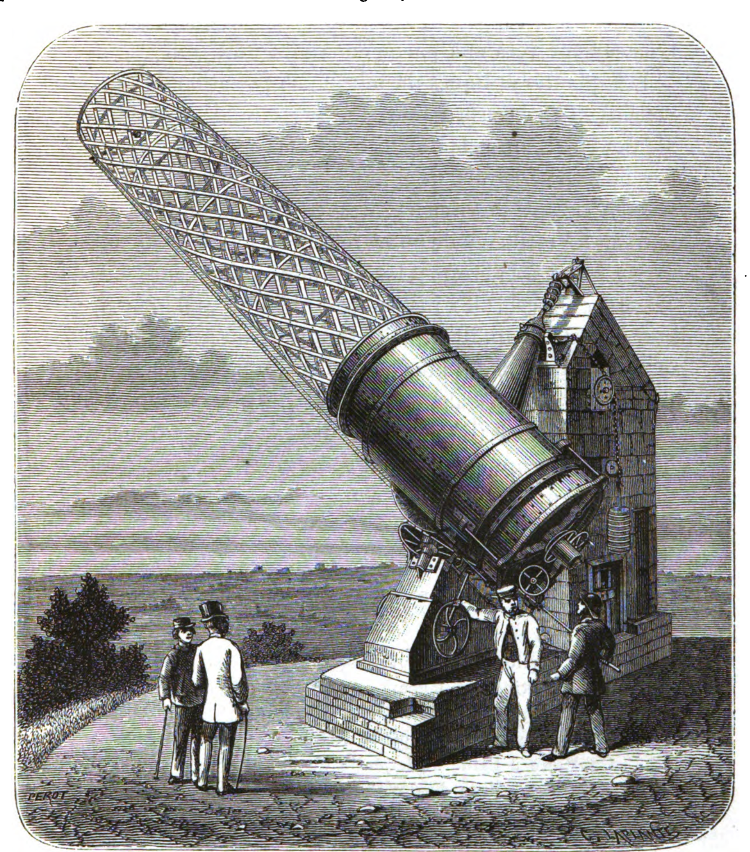
manière continue, et à l'aide d'instruments enregistreurs, de nombreuses observations météorologiques et magnétiques qui sont d'une haute importance pour l'étude générale de la Physique du globe.

Ajoutons aussi que, comme son voisin, l'Observatoire de Melbourne prendra part aux travaux qu'occasionne le prochain passage de Vénus. Le Gouvernement de Victoria a voté dans ce but une somme de 1300 livres (32500 fr.), avec laquelle on organise trois stations. La station principale est à l'Observatoire même, qui pour cette observation spéciale a fait construire un photohéliographe par M. Dallmeyer; nous ne connaissons pas encore les positions des deux stations secondaires.

Ces travaux, joints à des observations nombreuses de planètes, de comètes et de nébuleuses, suffiraient pour assurer à l'Observatoire de Melbourne un des premiers rangs; mais il est en outre célèbre entre tous par la possession d'un télescope de dimensions véritablement colossales. Cet instrument, dont le Conseil de la Société royale demandait la construction depuis 1853, est un télescope de Cassegrain (*fig.* 14), dont les deux miroirs, tout aussi bien le miroir concave qui donne l'image de l'astre que le miroir convexe qui renvoie cette image vers l'œil de l'observateur, sont de métal. Le premier, le grand, celui qui est percé en son centre, pèse avec sa monture 1590 kilogrammes; pour le relier au petit miroir, on a fait usage d'un tube dont la plus grande partie est composée de fers en T, enroulés en hélice formant deux couches superposées et de sens contraire. Le poids total du tube et du miroir, poids que doit conduire le mouvement d'horlogerie, pour permettre à l'observateur

de suivre les astres dans leur cours est de 8240 kilo-

Fig. 14.



Grand télescope de l'Observatoire de Melbourne.

grammes (1); néanmoins la monture équatoriale de cette immense machine est si parfaite, les mouvements en ascension droite et en déclinaison sont si faciles, qu'une personne seule peut en une minute et un quart diriger l'instrument vers une partie déterminée du ciel.

Les qualités optiques du miroir, la précision du mouvement d'horlogerie, font le plus grand honneur à M. Grubb. D'après le Rapport des commissaires nommés par la Société royale de Londres pour examiner cet intrument avant son départ, il surpasse au point de vue optique les meilleurs de notre regretté L. Foucault : nous avons peine à le croire; les commissaires anglais n'ont sans doute parlé des instruments de Foucault que par ouï-dire. Quoi qu'il en soit, le miroir du télescope de Melbourne est un des plus grands que nous connaissions; il a une ouverture de 4 pieds (1^m,22) et une distance focale de 28 pieds (8^m,54); le plus grand miroir français, celui du télescope de Marseille (*fig.* 15), n'a que 80 centimètres d'ouverture avec 4^m,80 de foyer. Quant au

(1) Ce poids se décompose ainsi :

Miroir et sa monture..............	1590	kilogr.
Tube portion pleine................	590	»
Tube portion treillagée.............	620	»
Axe polaire (12 pieds de long).......	1450	»
Axe de déclinaison (9 pieds de long).	680	»
Gouttière à l'aide de laquelle on fixe le tube à l'axe de déclinaison.....	500	»
Contre poids.....................	2130	»
Accessoires divers................	680	»
	8240	kilogr.

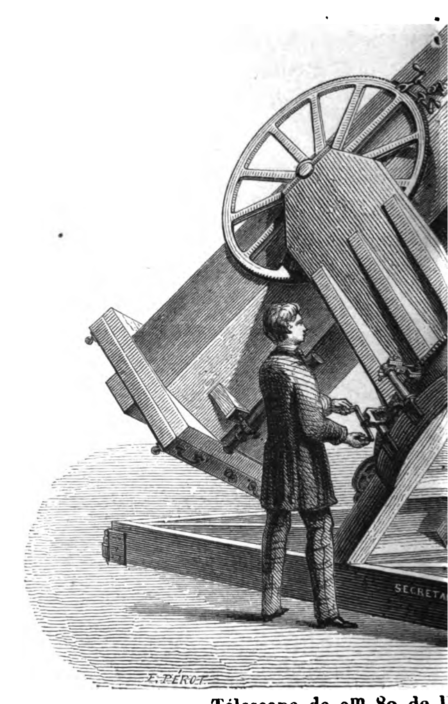
mouvement d'horlogerie, il est d'une précision telle, que, malgré le poids énorme qu'il a à faire mouvoir, le fil du micromètre suit pendant plus d'une heure une étoile déterminée.

Des cercles divisés, dont les graduations sont faites sur des lames d'un alliage de palladium et d'argent, donnent à chaque instant la position de l'axe optique de l'appareil. Le cercle horaire donne directement la minute et par ses verniers la seconde de temps ; le cercle de déclinaison avec ses verniers donne les 10 secondes d'arc.

L'adoption du système Cassegrain pour les grands instruments avait, au point de vue mécanique, des avantages considérables. En effet, si avec un instrument comme celui de M. Lassell (*voir* Ire Partie, p. 119) on veut éviter à l'observateur des déplacements par trop grands et trop fréquents dans le cours d'une même observation, il faut fixer l'instrument à son axe à peu près par le milieu du tube; des contre-poids doivent alors être ajoutés à l'extrémité supérieure de celui-ci, et la charge de l'axe et les flexions du tube deviennent énormes. Dans le système Cassegrain, l'oculaire et son micromètre, ensemble toujours assez pesant et agissant sur un bras de levier considérable, sont remplacés par un miroir léger : on peut donc donner au tube un poids beaucoup moindre sans diminuer la stabilité de l'appareil. Enfin on peut fixer l'axe de rotation tout près du grand miroir, ce qui restreint dans une forte proportion l'amplitude des déplacements de l'observateur et la valeur des contre-poids.

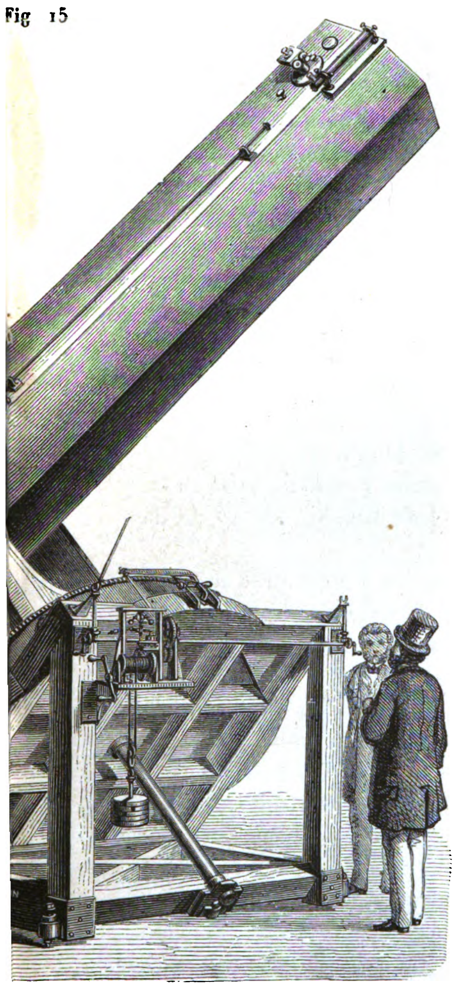
De plus, une pareille monture facilite beaucoup l'emploi des micromètres, qui permettent des mesures exactes ;

Fi



Télescope de $0^{m},80$ de l

Fig 15



l'Observatoire de Marseille.

ceux du télescope de Melbourne sont des *micromètres à fils*, soit à fils métalliques pour l'observation des faibles nébulosités, soit à fils d'araignée et à éclairage brillant sur fond noir pour l'observation des petits astres.

Mais le système Cassegrain a, au point de vue astronomique, un inconvénient grave ; pour empêcher la lumière qui, venant du fond du ciel, passe tout autour du petit miroir, de pénétrer dans l'œil de l'observateur, on est obligé de limiter l'ouverture de l'*œilleton* aux dimensions de l'image du petit miroir donnée par l'oculaire : le *champ de vision* est donc toujours très-petit, car il se réduit à l'espace conique qui s'appuie d'une part sur l'ouverture de l'œilleton et d'autre part sur la circonférence du petit miroir. Celui-ci a $0^m,23$ de diamètre.

Enfin le télescope est muni de 9 oculaires du système d'Huygens, dont les grossissements varient de 220 à 1200, et dont le plus faible a $0^m,23$ de diamètre sur $0^m,30$ de long.

Ce splendide instrument arriva à Melbourne au printemps de l'année 1870 ; on l'installa dans un bâtiment spécial de 80 pieds ($24^m,3$) de long sur 25 pieds ($7^m,6$) de large, dont la plus grande dimension est orientée du nord au sud. Au nord est la salle du télescope, longue de 40 pieds et recouverte par un toit plat mobile, du nord au sud, sur un chemin de fer dont les rails occupent toute la longueur du bâtiment ; viennent ensuite une salle pour la machine à polir et la machine à vapeur qui commande la rotation de son axe, puis un cabinet de travail et enfin un laboratoire photographique.

Sur la recommandation du professeur Stokes, la Commission de la Société royale, qui avait dirigé la construc-

tion de ce grand télescope (1), chargea un élève de M. Warren de la Rue, M. le Sueur, de l'établir et de l'utiliser. Il lui fallut, à l'arrivée, repolir les deux miroirs (2). En effet, sur les conseils de M. Lassell, on les avait recouverts d'une épaisse couche de résine, afin de les garantir contre les actions chimiques qui les auraient altérés pendant la traversée; mais, ce vernis préservateur une fois enlevé, on trouva la surface des miroirs rayée par une infinité de stries qui enlevaient toute netteté aux images que donnait l'instrument; la surface de l'un d'eux avait en outre éprouvé une altération considérable; l'eau de mer avait filtré à travers les soudures du couvercle et y avait fait deux cavités d'environ 2 pouces carrés (12 centimètres carrés) qui le rendaient impropre aux observations.

Le polissage du premier de ces deux miroirs occupa M. le Sueur jusqu'à la fin de juillet 1870. Il commença alors ses observations : après avoir essayé, mais sans arriver à des résultats bien satisfaisants, d'obtenir des images photographiques de la Lune, il étudia la constellation d'Orion et démontra l'existence d'une nébuleuse remarquable dans le trapèze d'Orion et s'étendant même un peu en dehors; plus tard, il crut avoir prouvé que des

(1) Les membres de cette Commission étaient : lord Rosse, le général Sabine, lord Wrottesley, sir John Herschel, MM. Brewster, Lubbock, Peacock, Adams, Airy, Cooper, Lassell, Nasmyth Phillips et Robinson.

(2) Par mesure de précaution, la Commission avait fait construire deux miroirs de 4 pieds aussi identiques que possible : la composition du métal dont ils sont formés est d'ailleurs celle qu'employait lord Rosse, 4 parties de cuivre et 1 d'étain.



variations énormes étaient survenues depuis les observations de sir John Herschel dans la masse nébuleuse qui entoure η du Navire (cette étoile, dit J. Herschel, est située dans la partie la plus condensée d'une nébuleuse très-étendue), mais les observations ultérieures de M. F. Abott ont démontré la fausseté de cette assertion.

Découragé sans doute par ces insuccès, M. le Sueur donna sa démission à la fin de 1870 ; il fut remplacé par M. E.-F. Mac George, qui, lui non plus, n'occupa pas son poste bien longtemps et quitta l'Observatoire à la fin de 1872. Il avait, pendant son séjour, pris des dessins nombreux de la nébuleuse du Navire, observé Sirius et son compagnon, à côté duquel il découvrit deux autres petites étoiles, sans doute satellites nouveaux de cet immense soleil, Jupiter, Saturne, Antarès, Orion, Rigel, Achernar et Canopus.

Après le départ de M. George, M. Ellery prit lui-même en main le télescope. Le grand miroir fut alors repoli ; le petit, dont la forme était évidemment défectueuse, fut retravaillé, et, depuis lors, le savant directeur de l'Observatoire de la colonie de Victoria l'emploie constamment. Il a ainsi obtenu de belles photographies de la Lune qu'il a envoyées à toutes les écoles et aux corps savants du pays, afin sans doute de développer davantage encore le goût de l'Astronomie et de préparer le recrutement du personnel futur de son établissement.

Mais il fut bientôt amené à reconnaître que, pour faire produire au bel instrument qu'il avait le bonheur de posséder tous les résultats qu'on devait en attendre, il fallait avant tout vérifier la forme même du miroir et s'assurer que, pendant le voyage, il ne s'était point dé-

formé. Cette œuvre, M. Ellery ne veut point l'aborder de front, et, procédant du petit au grand, il étudie avec deux petits miroirs, l'un de 12 pouces, l'autre de 9, les belles méthodes que L. Foucault a léguées au monde astronomique ; ces deux miroirs lui servent aussi à perfectionner les procédés de polissage qui lui ont été indiqués dès l'origine par la Commission. Il n'y a nul doute que, dans quelques années, il ne soit en mesure de rendre à son grand télescope toutes les qualités qu'il avait au sortir des ateliers de M. Grubb.

Les habitants de Melbourne sont, paraît-il, un peu désappointés d'être obligés d'attendre si longtemps les brillantes découvertes qu'ils espéraient avant l'arrivée de leur télescope géant ; il n'y a là pourtant rien qui doive surprendre, comme le dit fort justement M. Ellery : « un instrument de dimensions aussi considérables et d'un maniement aussi délicat exige une très-longue pratique avant d'être employé avec fruit », et jusqu'ici les observateurs chargés de ce télescope ont reculé devant les difficultés qu'il présente avant d'avoir eu le temps d'acquérir l'instruction qu'il réclame. La comparaison du petit télescope de $0^{m},20$ d'ouverture et de $1^{m},40$ de foyer, représenté dans la *fig.* 16, avec le grand instrument de Melbourne (*fig.* 14), suffirait à elle seule pour montrer toute l'étendue de ces difficultés.

Mais, et c'est là une des questions les plus controversées de l'Astronomie, l'avenir est-il aux grands miroirs métalliques, et la Commission de la Société royale a-t-elle été bien inspirée en les préférant aux miroirs en verre argenté? Nous ne le pensons pas.

Il résulte des expériences de M. Jamin sur la réflexion des

rayons lumineux à la surface des métaux qu'un miroir comme celui du télescope de Melbourne réfléchit en moyenne les 0,64 de la lumière incidente; après la réflexion sur le petit miroir, l'observateur ne reçoit donc que les 0,40 environ de la lumière émise par l'astre.

Les expériences de M. Wolf (1) prouvent qu'un miroir en verre argenté, dont l'argenture date de cinq à six ans, réfléchit au contraire les 0,92 de la lumière incidente; en tenant compte de la réflexion sur le petit miroir un instrument de mêmes dimensions que celui de Melbourne renverrait donc à l'observateur au moins les 0,80 de la lumière émise par l'astre, un peu plus du double de ce que donne l'emploi des miroirs métalliques. Ajoutons à cela une diminution de poids considérable qui réduit beaucoup les difficultés mécaniques de construction de la monture, et aussi l'immense avantage de pouvoir réargenter le miroir et refaire son poli (2), quand sa surface est ternie, sans en altérer en quoi que ce soit la forme et par suite les qualités optiques, et l'on comprendra pourquoi on donne en France la préférence aux télescopes du système Foucault (*voir* Ire Partie, p. 144).

D'un autre côté on peut, à l'aide des formules de Fresnel, calculer la quantité de lumière que fait *au moins* perdre la réflexion sur les quatre surfaces d'un objectif; si l'on admet pour indices du crown et du flint les valeurs 1,521 et 1,662, on trouve qu'un objectif *parfaitement*

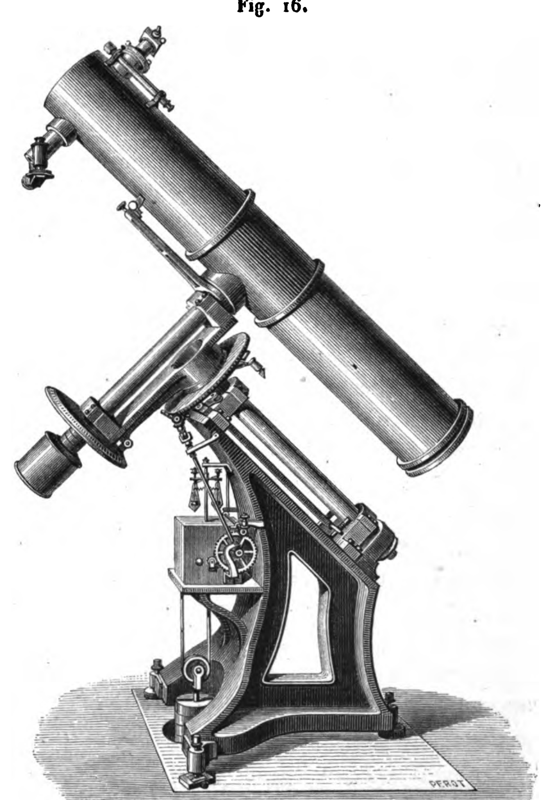
---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* de Paris, t. LXXIV, p. 441; 1872.

(2) On sait que les Herschel, Rosse et Lassell étaient obligés de repolir très-fréquemment leurs miroirs.

transparent laisse passer les 0,81 de la lumière incidente ;

Fig. 16.



Télescope de $0^{m},20$ construit par M. Eichens pour M. Séguin.

en tenant compte de l'absorption par le verre lui-même,

absorption qui est toujours sensible, cette proportion se réduit à 0,77, de telle sorte qu'au point de vue de la quantité de lumière reçue par l'observateur un objectif d'une ouverture égale à l'unité équivaut à un miroir métallique de 1,35 d'ouverture. Ainsi le grand télescope de Melbourne ne donne pas plus de lumière qu'un réfracteur de $0^m,90$ d'ouverture ; un miroir en verre argenté d'une ouverture $0^m,98$ (au lieu de $1^m,22$) donnerait la même quantité de lumière.

Enfin bien des faits prouvés par l'expérience confirment cette manière de voir. Pour l'observation des petites étoiles, le réfracteur de Dorpat ($0^m,24$ d'ouverture) rivalise parfaitement avec le réflecteur de 18 pouces ($0^m,45$) d'Herschel et la lunette de Pulkowa ($0^m,38$ d'ouverture) avec le télescope de 4 pieds ($1^m,22$) de Lassell. Pour l'observation des nébuleuses, les travaux récents faits par Darrest à Copenhague prouvent que les rapports sont les mêmes : sa lunette de 11 pouces ($0^m,28$) surpasse le télescope de 18 pouces ($0^m,45$) d'Herschel et égale presque le Léviathan ($1^m,83$) construit par lord Rosse pour son Observatoire de Parsonstown.

V.

OBSERVATOIRE DE M. ABBOTT (HOBART-TOWN, TERRE DE VAN DIEMEN).

Hobart-Town est l'une des quatre (1) stations magné-

---

(1) Les trois autres sont : Sainte-Hélène, le Cap et Toronto (Canada) ; on sait que la Compagnie des Indes fit établir et équiper

tiques principales, établies par les soins du général Sabine (1842), lorsqu'il était président du Comité magnétique de l'Association britannique pour l'avancement des sciences. L'Observatoire magnétique n'est pas d'ailleurs dans la ville même; il est installé à Rossbank, à quelques milles de la ville de Hobart (Hobart-Town). Un officier de la marine royale en a la direction, et les observations magnétiques s'y font avec soin et persévérance.

Vers 1860, M. Francis Abbott fonda, non loin de cette même ville, un Observatoire astronomique qu'il destinait surtout à l'examen des nébuleuses et des amas d'étoiles de l'hémisphère austral. Les instruments principaux qu'il y installa sont deux lunettes achromatiques de Dollond, de 5 et 7 pieds de foyer, dont l'une est montée équatorialement; un instrument d'azimut; et un petit instrument des passages de Troughton et Simms, de 3 pieds de foyer et 3 pouces d'ouverture.

M. Francis Abbott fait depuis 1860, à Hobart-Town, de nombreuses observations de nébuleuses et d'étoiles variables; il a en particulier étudié très-complétement l'étoile variable η d'Argus et la nébuleuse qui l'entoure. On lui doit encore d'autres observations astronomiques intéressantes, parmi lesquelles nous citerons celles de la grande comète de 1861 (comète II, 1861, *fig.* 11, 12 et 13), que M. Abbott aperçut le 4 juin 1861, de la comète II, 1862, et de la grande comète de 1865 (comète I, 1865) qui apparut subitement à Hobart-Town le 17 jan-

---

à ses frais quatre Observatoires semblables à ceux de l'État à Madras, Semla, Singapour et Aden.

vier avec un noyau brillant et une queue rectiligne de 12 degrés d'étendue; enfin il a suivi avec soin les passages de Mercure de 1861 et 1868. La position géographique d'Hobart-Town a été déterminée, en 1843, par le lieutenant Roy (aujourd'hui commodore) de la marine royale, premier directeur de l'Observatoire magnétique de Rossbank, et vérifiée tout récemment par M. Abbott, en supposant connue celle de l'Observatoire de Melbourne. On a trouvé ainsi pour la longitude et la latitude de cette station astronomique : Longitude est, par rapport à Greenwich, $9^h 49^m 19^s, 38$. Latitude sud, $42° 52' 12'', 6$.

VI.

OBSERVATOIRE D'ADÉLAÏDE.

Adélaïde est la capitale de la colonie de l'Australie du sud (South Australia); fondée en 1836, elle possède déjà près de 200 000 habitants.

Vers 1860, M. Charles Todd y a établi un Observatoire où, avec une lunette de Dollond, de $2^p, 5$ ($0^m, 06$) d'ouverture, il a observé les passages de Mercure du 12 novembre 1861 et du 5 novembre 1868.

En résumé, seules des cinq colonies anglaises de l'Australie, la Queen's Land et la Western Australia n'ont point d'observatoires; mais la Queen's Land n'a obtenu son indépendance qu'en 1859, et la Western Australia n'est encore, à fort peu près, qu'une espèce de désert sauvage.

CHAPITRE IV.

OBSERVATOIRES DU CANADA.

I.

OBSERVATOIRE DE QUÉBEC.

Pendant longtemps, il n'y a eu à Québec, en fait d'Observatoire, qu'un petit bâtiment, *the Bastion Observatory*, établi dans un des bastions des remparts, et où les officiers de la marine anglaise obtenaient l'heure avec un peu plus de précision qu'en mer, mais par les mêmes méthodes. Cet établissement n'était pas à proprement parler un Observatoire et l'on n'y faisait pas d'Astronomie véritable.

En 1863, le gouvernement provincial résolut de combler cette lacune et commanda à M. Alvan Clarck, de New-York, un grand équatorial de 8 pouces d'ouverture et de 9 pieds de foyer.

En même temps il faisait construire, à peu de distance de la ville, sur la colline de Bonner (*Bonner's hill*), les bâtiments du futur Observatoire, pour lesquels il allouait 2000 livres (50 000 francs).

Un lieutenant de la marine royale, en résidence à Québec



depuis un certain temps, et connu d'ailleurs par quelques Mémoires astronomiques, M. Ashe, fut mis à la tête de cet établissement, qui fut achevé en 1864; il contenait, outre l'équatorial d'Alvan Clarck muni d'un mouvement d'horlogerie, un petit instrument des passages de 2 pieds de foyer et une bonne pendule.

Après quelques observations de Mars en opposition, faites en concordance avec l'Observatoire national du Chili, en vue de déterminer la parallaxe du Soleil, M. Ashe se consacra entièrement à l'étude photographique du Soleil. (Son équatorial lui donnait des images du Soleil de 3, 4 pouces.) Des nombreuses observations qu'il a faites, M. Ashe a cru devoir conclure que les taches du Soleil sont de petits corps planétaires, circulant d'abord entre Mercure et le Soleil, puis finissant par tomber sur celui-ci. Quoi qu'il en soit de cette idée théorique au moins bizarre, nous devons dire que les photographies de M. Ashe ont été fort remarquées à la Société royale astronomique, et qu'elles ont été souvent employées par Carrington dans ses travaux sur le Soleil.

Depuis 1869, M. Ashe, à la demande de sir William Hogan, directeur du *Geological Survey of Canada*, s'est occupé presque exclusivement du relevé trigonométrique de certaines parties du Canada.

Les travaux de l'Observatoire gouvernemental de Québec sont, ainsi qu'on le voit, encore fort peu nombreux; mais l'installation officielle de l'Astronomie au Canada n'en est pas moins un fait important. Pour être juste, nous devons ajouter que l'honneur de ce progrès revient en grande partie à deux hommes, MM. Bayfield et Williamson, dont il convient de dire quelques mots.

II.

OBSERVATOIRE DU CAPITAINE BAYFIELD. (CHARLOTTE-TOWN. — ILE DU PRINCE ÉDOUARD).

Il y a quelques vingt ans, le capitaine Bayfield, gouverneur de l'île du prince Édouard, fit en effet construire à Charlotte-Town, siége de son gouvernement, un petit Observatoire où il put étudier le ciel commodément et se livrer à quelques observations : tel est le premier pas sérieux fait au Canada vers l'étude de l'Astronomie.

M. Bayfield détermina la longitude de son Observatoire ($4^h 12^m 30^s,67$), et la différence de cette longitude avec celle de l'Observatoire de Boston ($32^m 21^s,73$). Puis il fit et publia un certain nombre d'observations d'occultations d'étoiles et d'éclipses des satellites de Jupiter.

III.

OBSERVATOIRE DU RÉV. S. WILLIAMSON. — KINGSTOWN.

Un peu plus tard, le Rév. Dr Williamson fonda un nouvel Observatoire dans la petite ville de Kingstown, au sud du Canada, sur les bords du lac Ontario et près de la station magnétique de Toronto. Cet établissement, entretenu aux frais de son fondateur, est bâti au milieu d'un jardin public, situation bien désavantageuse pour un Observatoire qui veut faire des travaux sérieux.

D'ailleurs, l'établissement de Kingstown ne possède

guère, en fait de moyens d'observation, qu'un télescope de faibles dimensions, et un petit instrument méridien de 2 pieds de foyer.

La seule observation qu'ait publiée jusqu'à ce jour le Rév. Williamson est la détermination de la latitude de l'Observatoire, opération qu'il a effectuée en 1865, et qui lui a donné pour résultat :

$$44^\circ 13' 21'',7.$$

Avec le temps, sans doute, ces Observatoires se développeront, et le Canada deviendra un véritable centre astronomique. Nous avons parlé de ces quelques établissements, surtout pour montrer qu'il n'existe pas un pays appartenant à l'Angleterre où l'Astronomie ne soit aimée et pratiquée (1).

---

(1) Bien qu'au point de vue politique le Canada soit aujourd'hui indépendant de l'Angleterre, la séparation est si récente, que pour les choses scientifiques ce pays doit être considéré comme appartenant encore à la métropole.



TRIANGULATION DES INDES ANGLAISES.

TRIANGULATION

DES

INDES ANGLAISES[1].

I.

ÉTAT DE LA QUESTION.

Aujourd'hui les possessions anglaises de l'Inde sont couvertes d'un réseau de grands triangles de premier ordre, qui, d'une part, contournent les frontières de cet immense empire, et, d'autre part, partagent le pays tout entier, suivant des parallèles et des méridiens. Il reste encore, pour achever la carte du territoire, à remplir de triangles secondaires certains intervalles compris entre ces différentes chaînes ; l'œuvre de la triangulation de l'Inde n'est donc point encore terminée, mais la partie la plus importante du travail est effectuée, et les résultats

(1) *Account on the operations of the Trigonometrical Survey of India*, par le colonel Walker, superintendent of the Survey. Dehra Doon, 1870.

scientifiques les plus intéressants obtenus. L'heure est donc venue de rendre compte avec détails d'une entreprise qui, par sa grandeur, laisse bien loin derrière elle tout ce que les nations européennes ont fait jusqu'ici.

Les arcs mesurés dans l'Inde par les Anglais embrassent une étendue de 26 degrés en latitude (8 à 34 degrés), soit un quatorzième de la circonférence entière; et de 28 degrés en longitude (68 à 96 degrés), à une latitude de 24 degrés, soit encore à peu près la quatorzième partie de la circonférence de l'équateur. Le plus grand arc de méridien qui ait été mesuré par la France s'étend de Dunkerque à Formentera, et comprend 13 degrés; le plus grand arc de longitude, celui de Brest à Strasbourg, a une étendue un peu moindre, 12°30′ environ.

L'exécution de cette immense entreprise comporte, au point de vue scientifique, deux périodes bien distinctes l'une de l'autre par la précision des instruments employés, la rigueur des méthodes adoptées pour l'observation et le calcul, et aussi par l'exactitude des résultats obtenus; la première, qui commence vers l'an 1800 et se termine à 1830, a été l'œuvre de deux hommes de grand mérite et d'une immense activité : le major Lambton et le capitaine (depuis colonel) Everest; la seconde, inaugurée en 1830 par le colonel Everest, s'est continuée jusqu'à nos jours sans interruption, mais avec des phases diverses d'activité et de repos. Depuis sa création, cette œuvre importante a d'ailleurs toujours été confiée aux officiers du corps des Ingénieurs coloniaux (Officers of royal Engineers) de Madras et de Bombay, et plus tard du gouvernement de l'Inde; ils ont su la mener à bonne fin, malgré les nombreuses difficultés de toute nature dont elle

était hérissée, et ont ainsi produit l'un des travaux géodésiques les plus importants qu'aucune nation du monde, sauf peut-être la nation américaine, ait osé entreprendre.

II.

ORIGINE DU TRIGONOMETRICAL SURVEY DE LA PRÉSIDENCE DE MADRAS.

Vers la fin de l'année 1799, le *Major of Brigade* Lambton, du 33e régiment d'infanterie, alors au service de la Compagnie des Indes à Madras, conçut le projet de dresser la carte de la partie méridionale de la presqu'île indienne, depuis la côte de Coromandel jusqu'à la côte de Malabar, c'est-à-dire des possessions dépendantes de la présidence de Madras.

Ce projet, adopté par son chef hiérarchique, le colonel Wellesley, plus tard *duc de Wellington,* fut soumis à l'approbation de lord Clive, plus tard comte Powis, alors gouverneur de la présidence de Madras. C'était l'époque où, à la suite de la campagne heureuse du Mysore, la Compagnie venait d'ajouter à ses possessions un vaste territoire situé au centre de la presqu'île indienne et reliant la présidence de Madras à celle de Bombay. La proposition du major Lambton était par suite fort opportune, et il n'eut pas de peine à montrer le haut intérêt militaire, politique et commercial qui s'attachait à son exécution. L'entreprise fut donc bientôt résolue, et la Compagnie chargea l'éminent officier qui l'avait conçue du soin redoutable de la mener à bonne fin.

Le but immédiat et pratique du major Lambton (1) était de déterminer les positions exactes de tous les objets remarquables, montagnes, édifices, de nature à servir plus tard de repères géographiques permanents, auxquels on rattacherait les cartes détaillées, le cadastre militaire et administratif des divers cantons de la péninsule. Pour atteindre ce résultat, Lambton, renonçant à fixer les positions de ces repères par des observations astronomiques de longitude et de latitude, qui, à cette époque, pouvaient, à moins d'être excessivement nombreuses en un même point, donner des erreurs s'élevant à 4 et même à 10 minutes, proposa d'exécuter, comme l'avait fait en Angleterre le major général Roy en 1784, une triangulation continue, s'appuyant sur une base mesurée avec le plus grand soin et se vérifiant ensuite progressivement par des bases auxiliaires convenablement choisies de distance en distance. Tous les points géographiques importants se trouveraient ainsi rattachés à l'Observatoire astronomique de Madras par une chaîne de triangles s'étendant sur toute la surface du pays; le calcul permettant de déduire les longueurs des côtés de ces différents triangles de celle de la base choisie, il suffirait de déterminer, au moyen d'observations astronomiques, les azimuts (l'orientation par rapport au méridien) d'un certain nombre d'entre eux, pour avoir tous les éléments nécessaires à la connaissance des longitudes et des lati-

(1) *An Account of a method for extending a geographical Survey across the Peninsula of India.* (*Asiatik researches*, vol. VII, 1801.)



tudes des stations trigonométriques par rapport à l'Observatoire de Madras.

Les calculs que se proposait le colonel Lambton ne pouvaient donner des résultats rigoureusement exacts qu'à la condition de supposer connue à l'avance la forme de la surface de la partie de la Terre sur laquelle ces triangles se trouvaient placés. Si l'on admettait que la Terre est exactement un ellipsoïde de révolution, cette forme se déduirait aisément de la mesure de son axe polaire et de son axe équatorial; mais, au commencement du XIXe siècle, il existait sur la grandeur de ces éléments de telles incertitudes, que le directeur du Survey de l'Inde crut indispensable de déterminer directement la forme de la Terre dans la région dont il voulait tracer la carte. On résolut donc d'exécuter, en même temps que le relevé géographique, et *pari passu* avec lui, la mesure géodésique d'un arc de méridien et d'un ou plusieurs arcs de grand cercle perpendiculaires, de manière à obtenir, indépendamment de toute autre donnée, la forme de la Terre dans la région de l'Inde. Ces opérations géodésiques étaient d'autant plus nécessaires que des observations récentes du pendule avaient montré une diminution brusque de la pesanteur vers le parallèle de 10 degrés au nord de l'équateur, et que, par suite, 1 degré de méridien, mesuré de ce parallèle à l'équateur, devait être trop court par rapport à l'arc de 1 degré, mesuré au nord du parallèle de 10 degrés.

D'ailleurs, outre que cette irrégularité de forme aurait altéré les résultats du relevé géographique si l'on n'en avait pas tenu compte, l'opération géodésique par laquelle Lambton voulait en corriger les effets offrait un

grand intérêt au point de vue de la détermination de la figure vraie de la Terre ; depuis la mémorable expédition de Bouguer et la Condamine au Pérou (1735-1745), les efforts des astronomes pour déterminer la grandeur de la Terre avaient, en effet, tous porté sur des arcs de méridiens ou de parallèles situés dans des contrées boréales dont la latitude moyenne dépassait 33 degrés ; il y avait là une lacune à combler, un *desideratum* à satisfaire, et le relevé géodésique de la presqu'île indienne paraissait éminemment propre à conduire à cet important résultat (1).

Après quelques opérations préliminaires, le major Lambton décida la mesure de différents arcs de latitude, situés sur le méridien du cap Comorin, et d'arcs de grand cercle perpendiculaires aux méridiens placés sur les parallèles de Madras et de Bombay.

Tel est le plan qu'adopta le major Lambton, plan si bien conçu que, malgré les progrès considérables des méthodes d'observation, il n'a pas été sensiblement modifié par les successeurs de cet éminent officier.

---

(1) Pour le calcul des latitudes et des longitudes des *différentes stations trigonométriques* (calcul de l'excès sphérique de ces triangles), Lambton fut, en effet, obligé d'abord, et avant que ses propres déterminations aient pu les rectifier, d'adopter pour les éléments du sphéroïde terrestre des valeurs qui, quoique déduites des meilleures déterminations alors connues, se trouvaient excessivement erronées ; ainsi il admettait pour l'aplatissement $\frac{1}{180}$, soit le double environ de sa valeur réelle, et la longueur qu'il adoptait pour l'arc d'un degré d'un arc du méridien, à la latitude de 13 degrés, était trop petite d'environ $\frac{5}{1000}$, tandis que sa longeur d'un arc de parallèle à la même latitude était trop grande d'à peu près $\frac{2}{1000}$.

Les opérations commencèrent vers 1800; depuis cette époque, elles n'ont jamais été complétement abandonnées, quoiqu'elles aient été fort souvent ralenties par suite du manque d'officiers capables de les effectuer. En effet, d'une part, les exigences du service et de l'avancement occasionnèrent souvent le déplacement de certains officiers expérimentés; d'autre part, l'insalubrité du climat, la fatigue de ces longues opérations au milieu d'un pays désert, forcèrent quelques-uns d'entre eux, et des plus capables, à abandonner momentanément leur poste pour revenir en Europe rétablir leur santé épuisée.

III.

TRAVAUX DU MAJOR LAMBTON JUSQU'AU TRANSFERT DU SURVEY AU GOUVERNEMENT GÉNÉRAL.

La direction des travaux de la triangulation de l'Inde fut confiée au major William Lambton le 24 mars 1801. Les seuls instruments dont il disposait étaient une chaîne d'acier et un secteur zénithal de 5 pieds de foyer, provenant tous deux des ateliers de Ramsden, alors le meilleur constructeur d'Angleterre ; il n'y avait, à cette époque, dans l'Inde et même à l'Observatoire de Madras (dont la fondation était toute récente), aucun instrument pouvant servir à donner avec exactitude les mesures d'angles que réclamait la triangulation projetée par le major Lambton; le premier soin de cet officier fut donc d'envoyer en Angleterre un de ses lieutenants, avec mission d'acheter au plus vite les appareils dont il manquait.

Mais, ardent à son œuvre, il occupa ses loisirs forcés

à parcourir en tous sens le pays, choisissant les stations principales et déterminant leur latitude avec son secteur zénithal; de telle sorte que, lorsqu'à la fin de 1802 les instruments définitifs arrivèrent dans l'Inde, les opérations préliminaires, commencées à Madras, s'étendaient au delà du royaume, nouvellement annexé, du Mysore.

Sans constituer, pour le major Lambton, un outillage aussi considérable que celui dont, vers la même époque, avaient disposé en France Delambre et Méchain, les instruments reçus par le directeur de la triangulation de l'Inde offraient néanmoins des ressources importantes.

L'envoi comprenait :

1° Un théodolite de 3 pieds sortant des ateliers du constructeur Cary. Cet instrument, désigné dans les *Annales de la triangulation indienne* sous le nom de *Grand théodolite*, était une reproduction de celui qui avait été construit par Ramsden pour le *Board of Ordnance* (bureau d'artillerie) d'Angleterre; c'était un fort bel appareil, d'un beau travail et dont les graduations étaient faites avec le plus grand soin (1). Le cercle azimutal avait 30 pouces, et le cercle vertical 18 pouces de diamètre; mais sur chacun d'eux il n'y avait pour les lectures que deux microscopes opposés. La lunette, de 37 pouces ($0^{m},94$) de foyer et 2,5 pouces ($0^{m},06$) d'ouverture, était armée de grossissements de 36, 45 et 66 fois, et son oculaire se trouvait muni pour les mesures verticales d'un micromètre à fils.

---

(1) Voir *Account of the Measurement of an Arc of the Meridian,* by the colonel Everest, 1830.

2° Un théodolite répétiteur de 8 pouces ($0^{m},22$) du même constructeur.

3° Un secteur zénithal de Ramsden dont l'arc avait 18 degrés, le rayon 5 pieds ($1^{m},50$) de long et semblable à celui dont le général Roy s'était servi en Angleterre.

4° Deux chaînes de mesure, *Base-chain*, en acier, dues aussi à Ramsden : chacune d'elles avait 100 pieds de long; elle était placée dans une série de caisses de 20 pieds de long, ouvertes à leurs extrémités et à leur face supérieure, que l'on mettait à la suite les unes des autres, et qui reposaient sur des trépieds fort pesants, et par suite très-stables, dont les centres étaient à 20 pieds d'intervalle. La chaîne était soumise à une tension constante au moyen d'un poids de 28 livres, suspendu à une corde passant sur une poulie.

Une vis de rappel faisait marcher toute la chaîne, et servait à amener la première extrémité au repère de départ; à la fin de la chaîne, au contraire, c'était le support qui portait une plaque mobile ayant un repère que l'on amenait en coïncidence avec la dernière extrémité. Des thermomètres placés dans les caisses donnaient la température de divers points de la chaîne et permettaient d'appliquer à chaque partie une correction de dilatation.

5° Une chaîne étalon en laiton de Cary.

6° Plusieurs petits théodolites de différents constructeurs pour les déterminations d'importance secondaire.

Muni de ces instruments et aidé par un certain nombre d'officiers de l'armée coloniale, parmi lesquels nous citerons le capitaine Burrow, le colonel Lambton mesura un arc de 1 $\frac{1}{2}$ degré de longueur entre Trévandeporum et Paudrée, sur le méridien du cap Comorin et à une la-

titude moyenne égale à celle de l'Observatoire de Madras, ainsi que la longueur de trois arcs de grand cercle, perpendiculaires aux méridiens de quelques stations peu éloignées du parallèle de Madras et distants d'environ 60 milles (90 kilomètres). Ces opérations, pour ainsi dire préliminaires, avaient pour but de faire connaître la forme de la surface de la Terre dans la région où devaient se faire les travaux ultérieurs, et, l'ellipsoïde osculateur de la surface du globe en cet endroit une fois connu, de permettre de relier et contrôler ensuite les différentes opérations qui se succéderaient. Toutes les bases étaient mesurées avec la chaîne; les déterminations de latitude étaient faites avec le secteur de Ramsden; quant aux arcs de parallèle, on en mesurait les longueurs exactes par des triangulations appuyées sur les bases les plus voisines, et l'on déterminait par des observations de la Polaire faites au grand théodolite les azimuts de chacune des stations choisies entre Madras et Bangalore au centre de la presqu'île, Bangalore et Mangalore sur la côte occidentale.

Le colonel Lambton obtint ainsi, pour longueur d'un arc de 1 degré :

Sur le méridien, à la latitude de..	12°.32′.12″	110643	mètres.
Sur un parallèle, à la latitude de.	12.32.12	111680	»
» »	12.55.10	111162	»
» »	12.55.10	111176	»

Les différentes valeurs trouvées pour la longueur de 1 degré le long du parallèle de Madras (13°) différaient entre elles environ de 500 mètres. Lambton n'hésita pas à attribuer cette discordance aux erreurs d'observations faites sur l'étoile polaire, observations qui sont encore

aujourd'hui, malgré les progrès de l'Astronomie pratique, d'une délicatesse extrême.

Cependant nous ajouterons de suite qu'en 1812, après l'extension de ses opérations et lorsqu'il eut connaissance des résultats qui venaient d'être obtenus par les astronomes de France, il reconnut que, en admettant au sphéroïde terrestre une forme régulière, la valeur qu'il avait adoptée, pour l'arc de 1 degré à cette latitude, était trop petite de 219 mètres, et qu'il fallait lui substituer la valeur de 111 326 mètres avec un aplatissement égal à $\frac{1}{300}$ et une longueur de 111 690 mètres pour un arc de 1 degré à la latitude de 13°44′44″.

Ces travaux n'étaient, nous l'avons dit, que le prélude d'un ensemble d'opérations beaucoup plus vastes, la mesure du grand arc de méridien qui traverse actuellement toutes les possessions anglaises depuis le cap Comorin au sud jusqu'aux monts-Himalaya au nord.

Parti au printemps de 1805 de Dodagontah, petit village voisin de Bangalore, le colonel Lambton se dirigea au sud vers le cap Comorin et mesura l'arc de 2 degrés compris entre son point de départ et Patchapolliam, puis, revenant au nord, l'arc de $\frac{1}{2}$ degré qui sépare Dodagontah de Paughur. Mais, dès ses premiers pas, il se trouva arrêté par une difficulté sérieuse; en effet, ses mesures lui donnaient pour valeur de l'arc de 1 degré

A la latitude de.......	11°.59′.55″	110769 mètres.
»	12.33. 9	110653 »

La longueur de l'arc de 1 degré paraissait donc décroître avec la latitude au lieu d'augmenter avec elle,

comme l'exigeait l'hypothèse de l'aplatissement de la Terre vers ses pôles; mais cette difficulté n'arrêta point le colonel Lambton : pour lui cette anomalie était due à des attractions locales plus fortes dans certaines stations que dans d'autres. Pensant que l'erreur devait porter sur la latitude de la station de Paughur, située à l'extrémité nord d'une chaîne de montagnes rocheuses courant du nord au sud, il prolongea sa triangulation vers le sud jusqu'à la station de Bomasundrum, située dans une plaine ouverte, à 10 milles (16 kilomètres) environ au sud-est. Cette nouvelle opération lui donna pour longueur de l'arc de 1 degré, à la latitude de 12°29′51″, le nombre 110 625 mètres, c'est-à-dire une valeur encore moindre que celle précédemment trouvée. « J'en ressentis, je l'avoue, dit à ce sujet le colonel, surprise et désappointement. »

Malgré cet échec, Lambton n'abandonna point pour cela sa conviction première que ces anomalies provenaient d'attractions locales, et il les attribua en partie à l'influence de la grande plaine au sud de Bomasundrum, sur laquelle Dodagontah est située, et en partie à « une veine de minerai dense courant au-dessous du sol entre ces deux stations ». D'après lui il serait impossible d'arriver à des valeurs plus exactes des degrés du méridien tant que les opérations tant en Europe qu'en Asie ne seront pas plus étendues; car, dit-il encore, « les résultats auxquels nous sommes arrivés jusqu'ici nous ont fait découvrir comme un nouvel agent, ou, si l'on veut, une force perturbatrice due à l'attraction des montagnes, à la différence de densité des diverses couches situées au-dessous du sol ». Cette idée du colonel Lambton était alors tout à fait nouvelle; un demi-siècle plus tard, d'ailleurs, elle a reçu la confir-

mation la plus éclatante des opérations géodésiques entreprises dans les plaines de Moscou et du midi de la France

Tout engageait donc Lambton à continuer les travaux qu'il avait entrepris ; c'est ce qu'il fit presque seul, jusqu'en 1817, malgré les difficultés du pays et la fatigue du climat, en prolongeant le grand arc jusqu'à Punnœ au cap Comorin, d'une part, et jusqu'à Bider près du Daumergida (18° 3′ de latitude nord), d'autre part, ayant ainsi ajouté aux données que nous possédions déjà sur la forme de la Terre la mesure d'un arc d'un peu plus de 10 degrés, c'est-à-dire presque égal à la méridienne de France tout entière (1).

Et cependant il fut souvent obligé d'interrompre ses opérations, soit à cause de difficultés topographiques, soit par suite d'accidents qui, dans ce pays presque désert ou du moins dépourvu des ressources mécaniques et physiques les plus indispensables, avaient une gravité et une importance considérables. Ainsi, par exemple, en 1808, le grand théodolite eut à subir une épreuve considérable ; on le hissait au sommet d'une haute pagode dans la plaine de Panjore, quand, tout à coup, la corde qui le maintenait et l'empêchait de battre contre la muraille se rompit ; l'instrument, son étui et tout ce qu'il contenait tombèrent alors sur le mur avec un grand fracas : l'étui fut brisé et le cercle azimutal tellement distordu qu'au premier abord l'instrument parut hors de service pour toujours. Cepen-

---

(1) *Plan of the trigonometrical operations carried on the peninsula of India from the year* 1802 *to* 1814 *inclusive, under the superintendance of lieut.-colonel W. Lambton,* publié par Horsburgh, 1827.

dant le colonel Lambton ne se découragea point et, après six semaines d'efforts incessants, il réussit à ramener le cercle à sa forme primitive (1).

Ces opérations géodésiques ne furent d'ailleurs qu'une faible portion des travaux du colonel Lambton. Il fallait aussi rattacher par une série de triangulations, tous les points des possessions anglaises au *grand arc indien*. C'est ce qu'il fit depuis le cap Comorin jusqu'au parallèle de 16 degrés, embrassant ainsi une superficie d'environ 8 degrés de longueur en latitude et de 5 degrés de largeur en longitude.

Les régions que l'on traversait alors étaient d'ailleurs, en général, très-favorablement disposées pour la rapide exécution d'un pareil réseau de triangles : elles présentent, en effet, de nombreuses collines isolées les unes des autres ou groupées en petites chaînes séparées par de larges vallées, et des sommets de ces collines, généralement nus et non boisés, on domine à une grande distance tout le pays environnant. Cette contrée, appartenant presque tout entière à la présidence de Madras, se prêtait donc merveilleusement aussi bien à l'établissement des stations princi-

---

(1) On ne sut jamais bien quelle portion de la graduation eut à souffrir dans cet accident ; aussi plus tard, en 1818, pour remédier à cet inconvénient, le capitaine Everest, alors qu'il assistait le colonel Lambton, imagina une méthode systématique d'observation qui lui donnait les lectures sur le cercle azimutal au moyen d'un grand nombre de portions équidistantes de la graduation : il élimina ainsi, ou tout au moins atténua beaucoup les erreurs dont celles-ci étaient entachées, et donna aux mesures un degré d'exactitude qui n'a probablement pas été dépassé dans les meilleures opérations analogues de l'Europe.

pales qu'aux observations destinées à fixer les positions des pagodes, des minarets et autres objets permanents pouvant servir de repères pour la topographie du pays ; mais il n'en fut plus de même dans la plaine de Panjore ni dans les régions plates dépourvues de positions dominantes et excessivement boisées qui forment la partie orientale de la côte au sud de Pondichéry ; là les difficultés furent parfois presque insurmontables.

Ces travaux topographiques n'étaient encore qu'à peine ébauchés que le gouvernement y trouvait déjà les bases indispensables aux agrandissements futurs du territoire anglais. Lorsque, par exemple, il s'agit de conquérir le centre de la péninsule, le colonel Lambton fut chargé par le gouverneur de Madras de fournir toutes les informations qu'il lui serait possible d'obtenir sur « l'aspect et les ressources du pays, ses routes, sa richesse en eau potable et l'indication des régions les plus favorables aux mouvements militaires ; il devait aussi représenter les traits généraux de chaque contrée, ses rivières, ses vallées, ses passages, ses montagnes, les points où l'on pouvait établir des forts, etc. ».

Le colonel Lambton devait, en un mot, poser le premier jalon de la conquête anglaise et en préparer les éléments ; et, pour l'aider dans ces pénibles recherches, on mit à sa disposition quelques officiers de l'Institut militaire de Madras (*Madras military Institution*). En fait, c'était toujours par cette sorte d'inspection économique et géographique du pays que l'on commençait avant d'entreprendre la triangulation d'un district nouveau. C'est ainsi qu'en 1814 le colonel Lambton fournit au gouvernement de Madras une série de cartes donnant les traits géographiques

les plus importants de la péninsule, depuis le cap Comorin jusqu'à Goa sur la côte occidentale et jusqu'à Masulipatam sur la côte orientale.

Ce n'était point d'ailleurs sans rencontrer de nombreuses difficultés que Lambton pouvait rendre à la colonie des Indes de si grands services; et de plus ces difficultés lui venaient de tous côtés, aussi bien du gouvernement de Madras que des gouvernements indigènes. Soit économie mesquine, soit crainte de voir se multiplier les cartes de la presqu'île indienne et les renseignements précis sur le pays, soit encore rivalité entre plusieurs services analogues, il arriva que le gouvernement de Madras lui retira momentanément ses assistants, lui ordonnant de restreindre ses opérations à la triangulation principale et d'arrêter toute triangulation secondaire et toute mesure propre à acquérir des renseignements géographiques.

D'un autre côté, dans certains États indigènes, quoique les Résidents anglais fissent tous leurs efforts pour donner à Lambton et à ses auxiliaires tous les secours et toute la protection qui leur étaient nécessaires, ils n'avaient pas toujours l'autorité suffisante pour briser l'opposition de ceux qui empêchaient l'établissement des stations dans les points dominants de la contrée, ou pour forcer les habitants à vendre à la petite troupe de Lambton les aliments nécessaires à sa subsistance. Dans le royaume de Travancore on fut même obligé de recourir aux armes, et le colonel Lambton dut organiser une expédition militaire pour s'emparer des lignes fortifiées d'Arumbolli qui fermaient le col du promontoire à l'extrémité duquel est le cap Comorin.

IV.

LE BUREAU GÉODÉSIQUE PASSE SOUS LE CONTRÔLE DU GOUVERNEMENT GÉNÉRAL ET DEVIENT LE GREAT TRIGONOMETRICAL SURVEY OF INDIA.

Avec le succès les projets primitifs du colonel Lambton s'étaient étendus; il voulait continuer le *grand arc* jusqu'à la latitude de 32 degrés, ce qui en aurait plus que doublé la longueur, en passant par Agra, le Doob et le mont Himalaya. De leur côté, les Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales (*the honorable Court of Directors of the East India Company*) étaient frappés des avantages qu'on retirerait d'une extension graduelle de la triangulation à la péninsule tout entière et même aux contrées qui la limitent vers le nord. C'est ainsi qu'en 1817 on avait autorisé Lambton à faire prolonger sous sa direction, par les trois officiers qui l'assistaient, Everest, Penning et Lawrence, le grand arc jusqu'à la base de Beder, à la latitude de 18° 3', et la triangulation générale jusqu'au parallèle de 16 degrés; mais, pour ces opérations, on avait dépassé les limites de la présidence de Madras, et pénétré dans des contrées dépendant, au point de vue politique de la présidence du Bengale et même des autorités britanniques seules, c'est-à-dire du gouvernement suprême de l'Inde.

Il parut donc au marquis d'Hastings, alors gouverneur général, que le moment était arrivé de rattacher le Trigonometrical Survey au gouvernement suprême; cette décision fut prise le 1er janvier de l'année 1818. Le bu-

reau géodésique de Madras devint dès lors le *Great Trigonometrical Survey of India,* et le lieutenant-colonel Lambton en fut le *Superintendent.* C'était pour le savant officier le moment du triomphe ; malheureusement ce moment arrivait trop tard : Lambton était alors accablé de fatigues et miné par un travail incessant sous ce climat malsain. Depuis 1802, en effet, seul il conduisait les opérations géodésiques et celles que nécessitaient les triangulations de premier ordre (1); les officiers de l'Institut militaire, placés sous ses ordres pendant quelques années, n'avaient été employés qu'aux triangulations secondaires et aux opérations géographiques. Pour lui, son personnel se composait d'un certain nombre de porteurs indigènes pour le transport des instruments, de quelques *chainmen* et *signallers* (employés à manœuvrer la chaîne et les signaux), et de trois ou quatre Européens ou Indiens qu'il engagea d'abord comme calculateurs, et qui lui rendirent ensuite accidentellement quelques services en campagne ; mais à lui seul incombaient toutes les observations astronomiques et les mesures d'angles. Or les si-

(1) Dans les premiers temps, néanmoins, Lambton fut aidé par le lieutenant Warren, du 33e régiment de Sa Majesté, et le capitaine Kater, du 12e régiment d'infanterie. Le premier, d'une ancienne famille noble de France, revint dans sa patrie à la paix ; il resta d'ailleurs fort peu de temps avec le colonel Lambton, car, bientôt après le commencement de l'entreprise, il était chargé de la direction de l'Observatoire de Madras. Quant à Kater, sa santé l'obligea bien vite à quitter le pays ; de retour en Europe, il sut acquérir une haute réputation scientifique, devint membre de la plupart des Académies d'Europe, du Bureau des Longitudes de Londres et vice-président de la Société royale.

gnaux dont il se servit le plus souvent furent des mâts, des pavillons de marine ou d'autres objets opaques; et, sous le ciel de la presqu'île indienne, il se passe souvent bien des jours sans qu'un rayon lumineux puisse venir de cet objet éloigné. Les époques où l'on y rencontre une atmosphère favorable sont ordinairement celles de la saison des pluies, et par conséquent celles où l'influence pernicieuse du climat se fait le plus sentir; de telle sorte que, dès 1816 ou 1817, Lambton était à peu près incapable de prendre une part active aux opérations : aussi demanda-t-il lui-même au gouverneur général un suppléant, chargé de diriger les opérations sur le terrain, et lui désigna-t-il, pour occuper ce poste de *Chief Assistant*, le capitaine d'artillerie Everest, dont il avait remarqué l'aptitude et le courage l'année précédente, et qui s'était déjà distingué par des opérations analogues dans l'île de Java (1). En même temps, les ressources financières de l'ancien *Trigonometrical Survey of Madras* furent considérablement augmentées, de façon qu'on pût continuer les travaux sur une échelle beaucoup plus vaste.

---

(1) On adjoignit aussi, et d'une façon permanente, à l'établissement, comme *Geologist and Surgeon* (naturaliste et médecin), une personne versée dans les Sciences naturelles, la Médecine et la Chirurgie. Le premier fut le D[r] Voysey.

V.

SURINTENDENCE DU COLONEL LAMBTON (1818-1823).

Les travaux de grande triangulation avaient alors atteint le nord du parallèle de 16 degrés, et il fallait rattacher au grand arc, tout en le prolongeant, les contrées situées à l'est jusqu'au méridien de Madras (méridien de 80 degrés), et comprises dans les bassins de la Kistna et du Godavery, deux rivières qui prennent leurs sources dans les *Ghâts de l'ouest* pour aller se jeter dans le golfe du Bengale, près de Mazulipatam ; mais ici les difficultés étaient beaucoup plus grandes encore que dans les régions méridionales, et à l'origine les progrès furent beaucoup plus lents. Le théâtre immédiat des opérations était en effet le pays de *Deccan*, placé sous l'autorité plus nominale que réelle d'un prince indigène, le Nizam d'Hydrabad ; les chefs des villages ou des tribus étaient la plupart du temps en révolte contre lui ; or les opérations des *Surveyors* leur étaient suspectes : dans le fait de planter ces mâts et ces signaux ils voyaient, et non sans quelques raisons peut-être, comme un commencement de prise de possession de leur pays par des étrangers.

De là une première source de difficultés et de dangers pour Lambton et ses hardis officiers; mais c'était la moindre. Les plus considérables venaient de la nature même de la contrée et de celle du climat pendant la saison où, comme nous l'avons vu, devaient se faire les observations. Il fallait, en effet, opérer dans une région où les plaines aussi bien que les collines sont couvertes d'im-

menses forêts dans lesquelles on ne s'ouvre un chemin qu'avec la hache, où l'on perd des semaines et des mois à dégager les abords d'une station et à l'établir, loin de tout endroit habité; et, par-dessus tout, dans un pays où, à ces pluies presque continues qui donnent à l'atmosphère la pureté nécessaire aux observations des signaux opaques succède invariablement une saison, la seule qu'on puisse utiliser, où la terre, pour ainsi dire au pouvoir d'une végétation monstrueuse, ne laisse plus de place à l'homme, qui partout y trouve la mort.

Quoi qu'il en soit, le capitaine Everest commença ses opérations (1) au mois de juin 1819. Dès l'origine, il fut obligé de réprimer une rébellion du détachement des troupes du Nizam qui formait son escorte; après quoi, il pénétra dans une contrée « affreuse et sauvage, telle qu'aucune portion de la terre n'est plus triste, plus désolée, plus funeste ». Il lui fallut alors improviser les moyens nécessaires pour traverser les innombrables torrents dans lesquels s'étaient transformés les ruisseaux et les rivières gonflés par les pluies; souvent, dans les stations des montagnes, il fallut défricher un mille carré (2,5 kil. carrés) de forêt avant que l'on fût en état de commencer les observations; et, quand toutes ces difficultés eurent été surmontées, quand quelques jours à

---

(1) *Plans of the triangulation, in the Nizam's dominious, extending from Kurnool to the Godavery and lying to the Eastward of Nirmul and Kurnool* (publié par James Horsburgh en 1827).

An account of the measurement of an arc of the meridian between the parallels of 18° 3′ *and* 24° 7′, by the colonel Everest (Londres, 1830).



peine le séparaient du moment où les observations, et par suite son œuvre, auraient été terminées, une fièvre maligne vint l'abattre, lui, ses assistants et aussi tout son personnel indigène. Il fallut quitter le pays en toute hâte; mais beaucoup périrent le long du chemin avant l'arrivée des éléphants, des litières et des convois de toute espèce qui avaient été expédiés d'Hydrabad par le super-intendent Lambton à la première nouvelle de ce malheur.

La santé du capitaine Everest en fut trop altérée pour qu'il pût reprendre immédiatement la suite de ses opérations ; il fut obligé de changer de climat et d'aller un an au Cap de Bonne-Espérance (1). Les opérations commencées ne furent point abandonnées pour cela ; la suite en fut confiée au principal assistant d'Everest, J. Penning, qui, sous la direction de Lambton, termina la triangulation du bassin de la Kistna, en même temps qu'il prolongeait le grand arc jusqu'à Takal Khera (1822), près de Nagpoor.

Vers la fin de cette même année, le colonel Lambton quitta Hydrabad, afin de le rejoindre à Nagpoor et prendre

(1) Au Cap, le capitaine Everest s'occupa bientôt de la révision de l'arc mesuré par la Caille; comparé aux mesures analogues effectuées de ce côté de l'équateur, il offrait des divergences inexplicables et qui avaient donné lieu à cette hypothèse que la surface de la Terre n'avait pas la même forme dans les deux hémisphères. Le capitaine Everest montra (*Mémoires de la Société royale astronomique,* t. I) que cette divergence était probablement due à l'influence perturbatrice produite par l'attraction des montagnes qui se trouvent aux deux stations extrêmes de l'arc; c'est ce que confirmèrent, vingt ans plus tard, les travaux de Thomas Maclear pour la vérification et l'extension de cet arc.

avec lui les dispositions nécessaires pour prolonger le grand arc vers le nord, à travers le Mahadéo et la chaîne de Vindhya, et les plaines de l'Inde centrale, lorsque la mort vint le surprendre en chemin, le 20 janvier 1823, à Hingunghat, ville de commerce actuellement bien connue et située à environ 50 milles au sud de Nagpoor,

Lambton avait alors 70 ans; depuis l'âge de 47 ans il n'avait cessé de travailler à la triangulation de l'Inde, et, quoique ne disposant que de moyens très-limités, il avait pu obtenir des résultats surprenants. A sa mort, la mesure du grand arc était achevée jusqu'à 21° 7′ de latitude nord; il avait donc mesuré un arc de 13 degrés du méridien de Madras, soit à peu près la vingt-septième partie de la circonférence terrestre, 1480 kilomètres environ (il y a 990 kilomètres de Dunkerque à Perpignan), et le réseau de triangles qu'il avait jeté sur la partie méridionale de la péninsule couvrait une étendue superficielle de 3 790 000 kilomètres carrés (la superficie totale de la France est aujourd'hui de 543 051 kilomètres carrés), égale environ à sept fois la superficie totale de la France. Pour effectuer une aussi vaste opération, il a employé neuf bases (*Base lines*), séparées l'une de l'autre par des distances variables de 145 à 400 kilomètres; ces bases et leurs positions sont données dans le tableau suivant :

DATES.	BASE.	LATITUDE du milieu.		NOM DE L'OPÉRATEUR.
		Latitude.	Longitude	
		° ′	° ′	
1802	Madras......	12.57	80.16	Colonel Lambton.
1804	Bangalore ...	12.57	77.42	Lieutenant Warren.
1806	Coïmbetoor..	10.58	77.43	Colonel Lambton.
1808	Tanjore.	10.44	79. 8	»
1809	Polamcotta...	8.47	77.43	»
1811	Gooty.......	15. 3	77.40	»
1812	Guntoor.....	16.17	80.31	»
1814	Coomptee. ..	14.28	74.25	»
1815	Bider.	18. 3	77.41	»
1822	Takal-K'hera.	21. 7	77.42	»

Mais, dans son opinion, ces travaux étaient loin d'être les seuls qui fussent nécessaires; il fallait en outre prolonger le grand arc jusqu'à l'Himalaya, rechercher la loi de la réfraction terrestre, cause de tant d'inexactitudes dans les opérations qu'avaient à exécuter les officiers du Survey, et déterminer, au moyen d'observations du pendule, l'intensité de la pesanteur en plusieurs stations du grand arc et à des stations de même latitude sur les côtes orientales et occidentales de la péninsule. La mort l'empêcha de mener à bonne fin l'exécution de cet immense programme, dont l'achèvement et la révision furent l'œuvre importante de ses successeurs dans la direction du *Great trigonometrical Survey of India*.

Le premier fut le capitaine Everest, dont nous avons déjà eu l'occasion de citer les travaux.

VI.

OPÉRATIONS DU GREAT TRIGONOMETRICAL SURVEY DEPUIS LA MORT DU COLONEL LAMBTON JUSQU'EN 1830.

Né le 4 juillet 1790, à Gwernwale (Brecon), Georges Everest s'était fait remarquer de bonne heure par les plus heureuses dispositions. Entré avant l'âge réglementaire à l'École royale d'Artillerie de Woolwich, il en était sorti à 16 ans (1806), pour rejoindre en qualité de cadet l'un des régiments d'artillerie du Bengale. Il y servit sept ans, après lesquels (1813) on l'envoya prendre le commandement d'une batterie de son régiment qui se trouvait détachée dans l'île de Java.

Sir Stamford Raffles, qui gouvernait alors cette île au nom de l'Angleterre, ne tarda pas à distinguer son intelligence et son activité, et le chargea bientôt (1814) de faire le *Survey* de cette nouvelle possession. Lorsque la paix de 1816 rendit Java à la Hollande, Everest revint dans l'Inde, où il fut chargé d'améliorer la navigation de quelques-uns des nombreux bras dans lesquels se divise le Gange avant de se jeter dans la mer, et plus tard d'établir une communication télégraphique entre Calcutta et les chefs-lieux des provinces septentrionales.

Nous avons vu que, peu après, Everest était autorisé à prendre part aux opérations du colonel Lambton, dont il devint bientôt le Chief Assistant; et nous l'avons suivi jusqu'au moment où il alla au Cap faire un séjour nécessaire au rétablissement de sa santé. Il y resta fort peu de temps, un an au plus, et en 1822 nous le retrouvons

dans l'Inde occupé à la détermination d'un réseau de triangles de premier ordre qui, partant du grand arc à la latitude de la base de Bangalore, devait se diriger vers la côte occidentale et, passant dans le voisinage de Nuggur (ou Biddenoor), aller rejoindre la partie méridionale de la chaîne des triangles de la côte ouest, dite chaîne de Bombay. C'est là qu'il reçut la nouvelle de la mort de Lambton, et sa nomination au poste qu'occupait cet illustre officier.

Everest abandonna alors les opérations qu'il avait entreprises dans la direction de Bombay, opérations qui n'étaient que secondaires dans les traditions laissées par Lambton au *Great trigonometrical Survey of India*, et résolut de poursuivre immédiatement l'œuvre importante et capitale, le prolongement du grand arc vers le nord.

A cette époque, les travaux ne s'étendaient guère au-delà de Ellichpoor, ville situé à peu près à la hauteur de Nagpoor, dans la vallée de Berœr. Pour gagner de là le plateau central de l'Inde, il fallait traverser trois chaînes de montagnes sensiblement parallèles, courant de l'est à l'ouest, dont les deux premières, au sud, sont les monts Sautpoora et Mahadeo, et la dernière au nord, les monts Vindhya; la seconde sépare l'un de l'autre les bassins de la Taptee et de la Nurbudda, deux rivières qui prennent leur source à l'est du grand arc pour aller se jeter dans la mer, sur la côte occidentale, au golfe de Cambay. C'est assez dire quelles difficultés devait rencontrer Everest dans cette région alors inexplorée, difficultés plus grandes encore que celles devant lesquelles il avait été obligé de reculer lorsqu'il dirigeait les opérations entre le Godavery et Ellichpoor.

Néanmoins, en deux ans, le capitaine Everest, tout en reprenant certaines sections mesurées par Lambton, conduisit le tracé du grand arc à travers les montagnes jusque dans les plaines centrales de l'Inde, avançant ainsi au nord jusqu'à la ville de Sironj, sur le parallèle de 24° 77′ et par 7° 52′ de longitude; il y mesura une nouvelle base (1825). Les plus grands efforts avaient été faits pour éviter cette fois une catastrophe semblable à celle qui, en 1821, avait fait suspendre les travaux; le concours le plus empressé avait été donné aux *Surveyors* par les officiers politiques (*Residents*) près les cours indigènes : aussi ces obstacles, que l'on regardait jusque-là comme une barrière infranchissable, furent surmontés sans perte d'hommes, avec une rapidité qui surpassait les espérances les plus hardies.

Cependant le capitaine Everest avait été repris par la fièvre et le typhus qu'il avait contractés dans l'expédition du bassin du Godavery, et avec une violence telle qu'il pouvait à peine se servir de ses membres; il persista néanmoins dans son entreprise, endurant toutes les fatigues et toutes les douleurs plutôt que de l'abandonner: ainsi, pour les observations au secteur zénithal, on était obligé de le porter dans sa chaise d'observation et de l'en enlever; et, dans les observations au grand théodolite, son assistant devait lui soutenir le bras lorsqu'il l'étendait pour atteindre et manœuvrer la vis tangente qui conduisait la lunette.

Après cette pénible campagne, le capitaine Everest revint en Europe réparer, sous un climat meilleur, le mal qu'un pareil travail avait fait à sa constitution. Son séjour fut long et dura cinq années; pendant ce temps, les

opérations géodésiques des Indes anglaises furent suspendues, et le poste de *Superintendent of the Great trigonometrical Survey* resta vacant; le personnel du *Survey* ne fut cependant point licencié, et il s'occupa, sous la direction du premier assistant d'Everest, Joseph Ollivier, de la triangulation du territoire compris entre les stations extrêmes du grand arc près de Sironj et la côte de Calcutta; malgré les ravages de la fièvre des jungles (*jungles fever*), cette immense opération, destinée à relier deux points distants de 1230 kilomètres, et la triangulation secondaire correspondante furent achevées en moins de six années.

De son côté, pendant son séjour en Angleterre, Everest ne cessa de s'occuper des besoins généraux du service qui lui avait été confié. Il y termina tous les calculs relatifs aux opérations qu'il avait entreprises, et, grâce à la libéralité du conseil des directeurs de la Compagnie des Indes, il put en publier les résultats dans un ouvrage qui parut en 1830 sous le titre : *An Account of the measurement of an arc of the meridian between the parallels of* 18°3′ *and* 24°7′.

En même temps, il étudiait les instruments et les méthodes qu'on avait employés pendant les dernières années pour les grandes opérations géodésiques faites en Angleterre, en Allemagne et en France. Les instruments dont on se servait encore dans l'Inde, quoique excellents pour l'époque à laquelle ils avaient été construits, étaient devenus par trop inférieurs à ceux dont se servait alors le *Ordnance Survey*, soit pour les mesures linéaires, soit pour les mesures angulaires; de même les méthodes de réduction et d'analyse avaient été bien perfectionnées;

enfin, et c'était peut-être pour Everest l'une des modifications les plus importantes, l'un des plus illustres astronomes du commencement de ce siècle, C.-F. Gauss, avait imaginé en 1821, pendant qu'il était occupé à la triangulation du royaume de Hanovre, un nouvel appareil, l'*Héliotrope*, qui permettait d'employer comme signal la lumière du Soleil réfléchie par un miroir et d'en envoyer les rayons à un observateur très-éloigné (200 kilomètres et même plus). L'introduction de ce nouvel instrument, pour les opérations de jour et celle des lampes placées au foyer d'un miroir parabolique pour les opérations de nuit, renouvelait en effet la face des choses; elle faisait de la saison des pluies, qui jusqu'alors avait été seule possible, quoique presque toujours mortelle, la saison la moins avantageuse dès lors pour les opérations du *Survey*, en fournissant le moyen de percer l'atmosphère dense et épaisse qui recouvre toute la contrée pendant la saison sèche, la plus saine de ce climat.

Ainsi, lorsqu'en 1830 le capitaine Everest retourna dans l'Inde, il emportait avec lui toute une série d'instruments qui permirent de donner aux opérations du *Great trigonometrical Survey of India* une exactitude et une précision qui n'ont point été surpassées depuis. C'étaient, outre les nouveaux signaux dont nous avons parlé plus haut, des règles compensées du colonel Colby, de l'*Ordnance Survey*, pour la mesure des bases; un grand théodolite de Troughton et Simms, dont le cercle azimutal avait 34 pouces de diamètre ($0^{m},86$) et était muni de cinq microscopes micrométriques (1); deux

(1) En 1832, Everest fit construire dans l'Inde un théodolite

cercles méridiens du même constructeur, dont les cercles de hauteur étaient composés de deux cercles parallèles de 3 pieds de diamètre, divisés de 5′ en 5′ sur leur face extérieure et munis de microscopes micrométriques donnant la seconde (le tout était monté sur un axe semblable à celui d'une lunette méridienne et supporté par deux colonnes reposant sur le cercle azimutal); un cercle d'azimut et de hauteur de 20 pouces de foyer ($0^m,51$), muni de deux microscopes micrométriques; et, en outre, un certain nombre de petits instruments sortis, comme les premiers, des ateliers de Troughton et Simms.

Parmi ces instruments, les règles compensées du colonel Colby nous paraissent exiger une description spéciale.

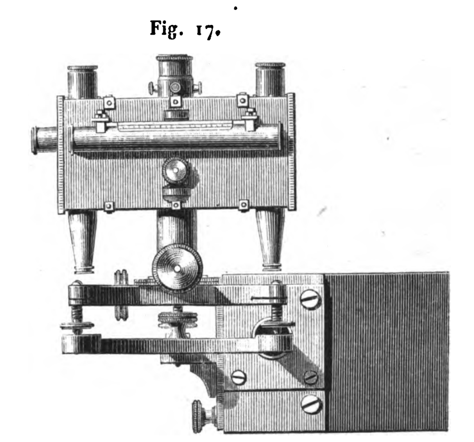
Une des plus grandes difficultés que l'on rencontre dans la mesure des bases géodésiques est l'appréciation exacte de la température des règles avec lesquelles on opère, détermination toujours importante, car leur longueur est sans cesse variable suivant que le thermomètre monte ou descend; et dans l'Inde, où la variation diurne de la température est si considérable, la difficulté est plus grande que partout ailleurs.

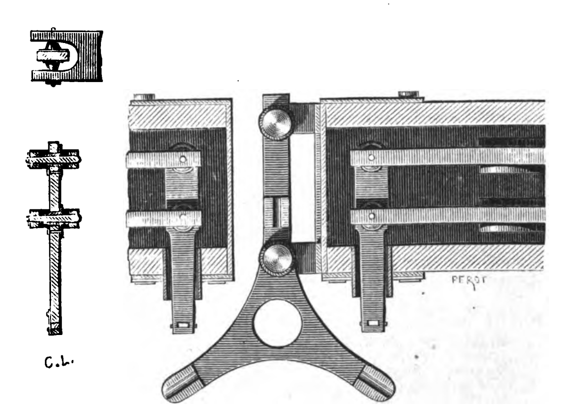
Pour la résoudre, Borda a imaginé, lors des travaux de la méridienne de France, une solution élégante, où la règle elle-même est un véritable thermomètre et indique à chaque instant sa propre température; en Angleterre, le colonel Colby a fait adopter une disposition différente et dans laquelle la règle est construite de telle sorte que deux repères tracés à ses extrémités conservent une dis-

semblable à celui-ci, afin de pouvoir observer les mêmes étoiles dans deux stations avec des appareils identiques.

tance constante, quelle que soit la température, et que

Fig. 17.





Règles de Colby.

par suite on n'ait pas à s'occuper des variations de cette

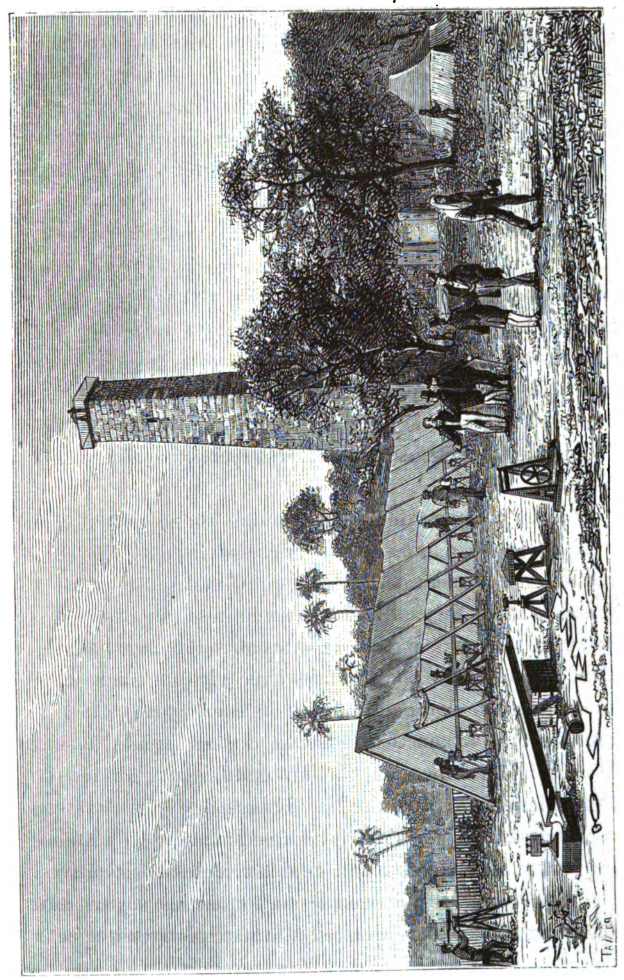
dernière : ces règles, construites par Troughton et Simms, ont été successivement employées par Clarke, de l'*Ordnance Survey*, puis par Everest, et enfin par Maclear dans ses opérations géodésiques du Cap de Bonne-Espérance.

Chacune des règles de l'appareil de Colby, *Loch Foyle Base*, se compose de deux barres d'environ 10 pieds, l'une en cuivre, l'autre en fer forgé, placées parallèlement à une distance de 1,3 pouces; jointes solidement par leur milieu au moyen de deux pièces cylindriques en fer, elles peuvent se dilater librement et indépendamment l'une de l'autre par leurs extrémités.

Les extrémités des lames de laiton et de fer sont d'ailleurs reliées par une lame transversale de fer, articulée sur chacune d'elles (*fig.* 18); lorsque la température s'élève, cette lame s'éloigne du milieu des règles; mais en même temps, et par suite de l'inégale dilatation des règles de fer et de cuivre, elle tourne sur elle-même, en sorte qu'en la prolongeant suffisamment du côté de la règle de fer on peut trouver à sa surface un point qui demeure rigoureusement immobile. Un calcul très-simple montre que les distances de ce point, *point de compensation*, aux articulations avec les règles de fer et de cuivre sont entre elles dans le rapport des coefficients de dilatation linéaire du fer et du cuivre. Sur les règles qu'employait Everest, le point de compensation était marqué par un trait gravé au burin sur une tête d'épingle en argent.

Les deux barres sont enfermées dans une boîte de sapin qui laisse passer les languettes où sont marqués les points de compensation; elles y reposent sur des rouleaux de cuivre fixés à son plancher et garantis contre tout déplacement latéral; quant aux mouvements longitudinaux de

Fig. 18.



Base de Calcutta.

l'ensemble de la règle, ils sont empêchés par une forte tige de fer encastrée dans le plancher de la boîte et pénétrant à frottement dur dans l'intervalle que laissent entre elles les deux tiges centrales.

Enfin deux niveaux à bulle d'air, fixés entre les barres de fer et de cuivre parallèlement à leur direction, servent à rendre ces barres horizontales ou plutôt à mesurer les angles de leurs axes avec l'horizon.

Dans les opérations d'Everest, la véritable unité de mesure était donnée par une *portée* de six de ces règles placées à la suite l'une de l'autre (*fig.* 18), dans la direction de la base à déterminer, et formant une longueur d'environ 63 pieds ($19^{m},2$); il fallait donc pouvoir mesurer très-exactement l'intervalle compris entre les points de compensation de deux règles consécutives, vérifier l'alignement de l'ensemble et relier chaque portée à la suivante.

Pour la première de ces opérations, on se servait d'un système de deux microscopes micrométriques (*fig.* 18) à axes rigoureusement parallèles et que l'on disposait verticalement sur un trépied fixé à l'extrémité d'une des règles, en ayant soin que le plan de leurs axes fût dans l'alignement général. Des pointés faits avec chaque microscope sur le point de compensation de la barre correspondante donnaient la distance de chacun de ces points à l'axe de son microscope; et, si l'on connaissait, au moyen d'une mesure préliminaire, la distance des axes des deux microscopes, on en déduisait immédiatement la distance des points de compensation de deux règles consécutives.

L'alignement de l'ensemble de toutes les règles était obtenu au moyen d'un appareil à lunette plongeante; et la

liaison d'une portée à la suivante vérifiée au moyen d'une autre lunette fixée sur le milieu de la dernière des règles. Le point où se termine une portée est, en effet, représenté par l'axe optique de cette lunette; on amenait en coïncidence avec lui une croisée de fils soutenue par un trépied solide, croisée qui devenait alors le point de départ de la portée suivante.

Toutes ces opérations, dont l'ensemble exigeait un personnel de sept observateurs et de vingt hommes, se faisaient constamment sous une tente qui, se démontant et se transportant en avant par parties, abritait les appareils contre le vent et l'action directe des rayons du Soleil.

VII.

TRAVAUX DU GREAT TRIGONOMETRICAL SURVEY DE 1830 A NOS JOURS.

Presque aussitôt après son retour dans l'Inde, Everest mesura près de Calcutta, pour les besoins de la triangulation principale des provinces orientales et comme contrôle d'une chaîne longitudinale de triangles qui partant de la base de Sironj réunissait cette ville au grand arc, une base de 6 milles (10 kilomètres) de long. A cause des arbres élevés et des nombreuses habitations dont le sol est presque entièrement couvert dans le Bengale inférieur, il fallut élever aux deux extrémités de cette base deux tours de 75 pieds ($22^{m},19$) (*fig.* 18), afin de pouvoir les relier l'une à l'autre. Quoi qu'il en soit, l'opération, commencée le 5 novembre 1831, fut terminée un an plus tard, le 5 janvier 1832, sous les ordres de

Everest, par le capitaine Wilcox, le lieutenant Western, MM. Logan, Taylor, Olliver et de Penning. En même temps les appareils nouveaux rapportés d'Angleterre étaient étudiés et essayés; d'un autre côté, les fonctions de *Surveyor general* de l'Inde (chef du cadastre) et les charges de *Deputy Surveyor general at Madras and Bombay* venaient d'être supprimées pour être réunies à celles de *Superintendent of the Great trigonometrical Survey*. Le personnel de cet établissement et ses ressources budgétaires se trouvèrent ainsi considérablement augmentés; de sorte qu'au commencement de 1832 Everest se trouvait prêt à reprendre les opérations du grand arc sur une échelle beaucoup plus vaste et avec des moyens bien autrement puissants que ceux dont Lambton avait disposé jadis.

Aussi cette œuvre nouvelle, réalisation du plus ardent désir de Lambton, marcha-t-elle rapidement, et en 1834 Everest et le lieutenant (depuis général) sir Andrew Scott Waugh, son *Chief assistant*, mesurèrent-ils au nord des Indes anglaises, au pied du pic de l'Amsot (3252 pieds de haut), dans l'Himalaya, près du petit village de Sherpur, dans la magnifique vallée de Dehra Doon, une base de 7,42 milles ($11^{km},9$), dite *Base de Dehra Doon.*

Les difficultés avaient d'ailleurs été considérables : dans la traversée des plaines des hautes Indes, par exemple, il avait fallu élever à de grandes hauteurs, sur des tours en maçonnerie, les signaux, les instruments et les observateurs, tant à cause de la nature montagneuse du pays qu'afin de surmonter la courbure de la Terre et d'éviter les variations de densité et l'inégalité de distribution des couches d'air à la surface du sol échauffé.

En 1836, Everest fut obligé d'appeler à Kaliana M. Barrow, *Mathematical instrument Maker of the honorable East-India Company*, pour lui faire reprendre entièrement la graduation des cercles azimutaux de ses théodolites ; mais, en revanche, les opérations atteignirent ensuite une précision et une exactitude considérables, et telles qu'Everest, au lieu de se borner au prolongement du grand arc jusqu'à l'Himalaya, recommença la détermination de la portion de cet arc qu'il avait autrefois mesurée entre les latitudes de 18° 3′ et 24° 7′. Cela entraîna la reprise de l'ancienne base de Sironj et la mesure d'une nouvelle base de 7,87 milles 12^{kg},6, près de la ville et du fort de Bider, dans la vallée de la rivière de Manjra, car tous les efforts faits pour retrouver les traces de l'ancienne base du colonel Lambton furent inutiles. La longueur totale de l'arc du méridien ainsi mesuré entre Dehra Doon et Sironj est de 1 961 157 pieds, soit tout près de 600 kilomètres.

Quant à la comparaison des résultats obtenus dans les deux cas, elle est intéressante à connaître. Les angles mesurés autrefois, après l'introduction de la méthode du *Change of zero*, inaugurée par Everest pour éliminer les erreurs de graduation et d'excentricité (1), concordent

(1) En y joignant le retournement de la lunette face pour face, cette méthode éliminait aussi les erreurs d'inclinaison de l'axe et de déviation de la ligne de collimation. Elle était la suivante : on faisait une première mesure de l'angle en mettant au zéro l'un des cinq microscopes (A par exemple) micrométriques équidistants dont le théodolite était muni ; les autres étaient alors en regard des divisions 72, 144, 216 et 288 degrés ; on recommençait ensuite la même mesure en retournant la lunette face pour

généralement à moins d'une seconde d'arc avec les valeurs déduites de la nouvelle opération, et n'en diffèrent jamais de plus de 2 ou 3 secondes, tandis que celles obtenues auparavant en diffèrent souvent de plus de 10 secondes. Dans l'ancienne opération, la différence entre la valeur calculée et la valeur mesurée pour la base de Bider était de 65,8 pieds (20 mètres), soit d'un peu plus de la cinq millième partie de sa longueur; pour les nouvelles, cette différence n'est plus que de 4,1 pied (1^m,20), ou la quatre-vingt-millième partie de sa longueur totale. En outre, la différence entre les deux valeurs qu'ont données les observations astronomiques pour l'amplitude de l'arc mesuré n'est que de 0",19 (6° 3' 55",78 pour les anciennes mesures, 6° 3' 55" 97 pour les nouvelles).

D'un autre côté, Everest avait substitué au système de triangulation par réseaux du colonel Lambton un système plus précis et plus rationnel « *the gridiron system of triangulation* », dans lequel la description du pays se faisait à l'aide de chaînes de triangles, dirigées suivant certains méridiens ou parallèles, ou longeant les côtes et les lignes frontières, et formant à la surface du sol comme les barres d'un vaste gril.

On voit toute l'étendue du progrès accompli. Les travaux d'Everest, publiés par l'ordre du conseil des direc-

---

face et le premier microscope à 180 degrés; puis, faisant occuper à la lunette sa position première, on recommençait la mesure en plaçant le microscope A à 9 degrés, on retournait la lunette et l'on plaçait ce microscope à 189 degrés; et ainsi de suite jusqu'à 27 degrés. Il est bien clair qu'on avait ainsi une mesure de l'angle correspondant à toutes les divisions du cercle distantes de 9 degrés. Cette méthode s'appelle en France *méthode de la réitération.*

teurs de la Compagnie des Indes, ont paru à Londres en 1847, sous le titre : *Account of the measurement of two sections of the meridional arc of India, bounded by the parallels of* 18° 3′ 15″; 25° 7′ 11″ *and* 29° 30′ 48″.

Peu après la fin de cette belle opération, en décembre 1843, Everest quittait l'Inde pour revenir définitivement en Angleterre, où il est mort en 1866.

Terminer l'ensemble de cette vaste triangulation, qui équivaut déjà à une chaîne de triangles d'environ 15 000 milles (24 150 kilomètres) de long, et qui atteindra une longueur de 17 500 milles (28 150 kilomètres) lorsque les opérations seront terminées le long des côtes de la péninsule jusqu'à l'Himalaya vers le nord, et à l'est des monts Soolimani et Beloochistan à la frontière du Bengale, et aussi reprendre les portions les plus anciennes du grand arc, afin de donner à tous les détails de l'opération un même degré d'exactitude, telle est l'œuvre qu'avaient à exécuter et qu'ont menée à bonne fin les successeurs d'Everest, Andrew Waugh (1843), et le colonel J.-T. Walker (1861), surintendant actuel du *Trigonometrical Survey*.

L'ensemble de toutes les *chaînes* de la triangulation est contrôlé par dix bases, dont cinq sont situées sur l'arc méridien central, le grand arc ou l'axe de la géodésie indienne, aux points où cet arc est coupé par les chaînes transversales dirigées suivant des parallèles. Les distances de ces différentes bases le long des chaînes auxquelles elles se rattachent directement varient de 275 à 750 milles (440 à 1200 kilomètres); ces bases sont donc, on le voit, moins nombreuses et beaucoup plus distantes que dans les opérations antérieures à 1830; mais leur mesure est

plus précise, et de plus, pour avoir un contrôle et une mesure de la précision, on a partagé généralement chaque base en trois ou quatre sections, et au moyen de quelques triangles construits de part et d'autre on a calculé l'une d'elles au moyen des autres, et comparé la somme des trois parties à la base mesurée. Nous résumons dans le tableau suivant les mesures principales relatives à ces bases :

ANNÉE de la mesure.	NOMBRES DE JOURS.	COORDONNÉES du milieu. Latitude nord.	Longitude orientale.	BASE.	LONGUEUR en kilomèt.	OPÉRATEURS.
		° ′	° ′			
1831-1832	45	22.40	88.25	Calcutta.............. .	10,35	Everest et Wilcox.
1834-1835	50	30.18	77.58	Dehra-Doon.	12,76	Everest et Waugh.
1837-1838	38	24. 7	77.51	Sironj.............	12,72	Everest et Waugh.
1841	39	17.56	77.37	Bider............... ..	12,67	Waugh et Renny.
1847-1848	34	26.17	88.17	Sonakhoda......	11,19	Waugh et Renny.
1853-1854	44	33.55	72.29	Chuch ou Attok.........	12,61	Waugh et Strange.
1854-1855	30	24.56	67.13	Karachi......	12,77	Strange et Tennant.
1862-1863	32	17.58	83.15	Vizagopatam	10,81	Walker et Basevi.
1868	40	18. 3	77.40	Bangoloe...............	11,00	Hennessey et Herschel.
1869	33	8.15	77.45	Cape Comorin (4 mesur.).	2,70	Basevi et Herschel.

VIII.

TRAVAUX PARALLÈLES.

A côté de cette œuvre maîtresse et concurremment avec elle, le *Great trigonometrical Survey of India* a exécuté dans la même période un certain nombre de travaux accessoires, mais dont quelques-uns ont une réelle importance : telles sont les recherches sur la loi de la réfraction terrestre, les observations du pendule et la détermination des hauteurs de différents pics de l'Himalaya et des Soolimani, qui forment la frontière septentrionale des possessions anglaises de l'Inde.

Les deux premiers de ces travaux rentrent dans le cadre que s'était tracé le colonel Lambton et que la mort l'a empêché de remplir. La loi de la réfraction terrestre a été déterminée peu de temps après sa mort par le colonel Everest et le capitaine Waugh. Quant aux observations du pendule, Lambton voulait s'en servir pour déterminer l'intensité relative de la pesanteur en un certain nombre de stations du grand arc et en des stations correspondantes, de même latitude, situées sur la côte. Ce projet fut longtemps laissé dans l'oubli; mais, en 1864, le général Sabine, alors président de la Société royale de Londres, recommandait de faire, en même temps que les opérations du *Survey*, des observations du pendule dans différentes stations de l'Inde. Cette mesure fut approuvée par le gouvernement, et l'exécution en fut confiée au capitaine Basevi, qui se mit à l'œuvre presque immédiatement, en se conformant strictement au programme tracé par le

fondateur du *Survey :* « comparer les stations de l'intérieur avec des stations correspondantes de la côte orientale et de la côte occidentale ». Les observations, faites avec un pendule de Kater, sont à peu près complétement terminées aujourd'hui ; tout le Grand Arc, sur lequel on a pris dix-sept stations, dont l'une au delà de Dehra-Doon sur l'Himalaya et l'autre au cap Comorin, a été parcouru, et six stations ont été échelonnées sur les côtes. Les résultats obtenus par M. Basevi promettent de jeter une vive lumière sur les variations locales de la pesanteur, qui se superposent à sa variation normale du pôle à l'équateur.

La triangulation secondaire menée à travers les monts Soolimani et Himalaya est également achevée ; elle s'étend depuis 92 degrés jusqu'à 68 degrés de longitude, et ses opérations s'élèvent jusqu'à 34 degrés de latitude nord, à 26 degrés du point de départ, le cap Comorin. Le nombre de triangles qu'il a fallu mesurer dans ces montagnes est inimaginable, et nous aurons donné une idée suffisante de cette opération en disant qu'elle a conduit à déterminer les hauteurs d'une quinzaine de pics dont la hauteur moyenne est de 26000 pieds, près de 8000 mètres.

Tels sont les immenses travaux effectués dans l'Inde par les officiers anglais en vue de déterminer la forme de la surface de la Terre. Leur ambition scientifique n'est pourtant point encore satisfaite, et le colonel Everest a depuis longtemps émis le vœu de voir le grand arc se prolonger par la Russie d'Asie jusqu'à la Nouvelle-Zemble ; cette nouvelle opération lui donnerait 70 degrés d'étendue en latitude, soit un cinquième environ de la circonférence de la Terre.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE II.

OBSERVATOIRES DES INDES.

CHAPITRE III.

OBSERVATOIRES D'AUSTRALIE.

CHAPITRE IV.

OBSERVATOIRES DU CANADA.

TRIANGULATION DES INDES ANGLAISES.

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.

993 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS quai des Augustins, 55.

BULLETIN MENSUEL
DE
L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS,
PUBLIÉ
PAR M. MARIÉ-DAVY, DIRECTEUR.

Cette publication contient : 1° des travaux scientifiques relatifs à la Météorologie ; 2° des Études consacrées à la *Physique végétale ;* 3° des Tableaux donnant pour chaque mois les observations suivantes (sept par vingt-quatre heures) : Baromètre réduit à zéro, Thermomètre à mercure, Thermomètre fronde, Thermomètre à alcool, Thermomètre électrique ; *Moyennes* des observations précédentes pour minuit, 9 h. M., 9 h. S. ; Thermomètres de la surface du sol, au soleil, sans abri (minima, maxima, moyenne) ; Température du sol à la profondeur de $0^{m},10$; Déclinaison magnétique occidentale ; Thermomètres conjugués *dans le vide,* exposés au soleil, sans abri, l'un à boule noircie au noir de fumée, l'autre à boule nue ; *Température zénithale,* mesurée à l'aide de la pile thermo-électrique ; *Psychromètre,* tension de la vapeur en millimètres et état hygrométrique en centièmes ; *Direction et force du vent, Direction des nuages à midi ; Pluviomètre, Évaporomètre ; État du ciel* et phénomènes divers, *Électricité atmosphérique, Ozone, Magnétisme terrestre* (observations de 9 h. M.).

Le **Bulletin mensuel de l'Observatoire de Montsouris,** dont la publication a commencé le 1er janvier 1872, paraît chaque mois par fascicule grand in-4 de 2 à 3 feuilles. Les abonnements sont annuels et partent de Janvier.

Prix pour un an (12 NUMÉROS).

Paris	6 fr.
Départements et Algérie	7 fr.
Étranger	8 fr.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ATLAS CÉLESTE

CONTENANT

PLUS DE 100000 ÉTOILES ET NÉBULEUSES

DONT LA POSITION EST RÉDUITE AU 1er JANVIER 1860,

d'après les catalogues les plus exacts des astronomes français et étrangers,

PAR CH. DIEN,

AVEC UNE INTRODUCTION

PAR M. BABINET,

Membre de l'Institut de France.

Atlas in-f° de 26 planches gravées sur cuivre, dont 3 doubles

PRIX : { Cartonné, toile pleine........ 35 fr.
Relié avec luxe, demi-chagrin. 40 fr.

En envoyant à l'Éditeur un mandat sur la Poste ou une valeur sur Paris, l'Ouvrage sera expédié franco dans toute la France.

EXTRAIT DE L'AVERTISSEMENT.

Cet Atlas, le seul qui soit publié en France, contient plus de 100000 Étoiles et Nébuleuses, dont 50000 ont été observées à Paris, par le célèbre *Jérôme de Lalande ;* il se compose de 26 Cartes dont la projection est le développement d'une sphère de 65 centimètres de diamètre. Le genre que j'ai adopté pour la gravure a aussi été l'objet de perfectionnements. Ces améliorations consistent :

1° Dans l'étendue modérée et très-commode du format;

2° Dans la division des Cartes, dont la surface présente un réseau de degrés suffisamment étendu pour recevoir sans confusion toutes les Étoiles jusqu'à la 9e grandeur inclusivement, ainsi que les Étoiles doubles, les Étoiles multiples et les Nébuleuses;

3° Dans l'indication plus exacte de l'éclat des Étoiles, qui sont figurées par des disques plus ou moins forts, ayant de petits traits ou rayons dont le nombre indique la grandeur; et dans l'indication des Nébuleuses, des Étoiles doubles et multiples, des Étoiles variables, des Étoiles périodiques, etc., au moyen de signes conventionnels. J'ai aussi tracé des figures géométriques liant de la manière la plus naturelle les principales Étoiles de chaque Constellation, afin d'en faciliter l'étude.

Mes Cartes s'étendent à toute la surface du Ciel, et non pas seulement à une zone restreinte voisine de l'équateur ou de l'écliptique, et elles contiennent la presque totalité des Étoiles des Catalogues les plus récents que nous devons à *de Lalande, Herschel I, Piazzi, Harding, Struve, Bessel, Herschel II, Groombridge* et *Argelander*. Pour les Constellations australes, j'ai eu recours aux Catalogues de *Lacaille* et *Brisbane*.

Les Étoiles ont été réduites au 1er janvier 1860 et déterminées avec soin sur les cuivres originaux. Afin de ne laisser aucune chance à l'erreur, j'ai préalablement dressé des Cartes manuscrites et individuelles pour chaque Catalogue; ce travail, qui a été fort long, me permet de reconnaître immédiatement toutes les Étoiles de mes Cartes, et d'éviter les doubles emplois et les inexactitudes qui résulteraient autrement de la réduction des Catalogues ou bien même de la gravure.

A la suite des 25 Cartes principales, destinées à donner l'exposition générale des Constellations, j'ai placé la grande

Carte du Pôle austral, sur laquelle j'ai déterminé directement la position de toutes les Étoiles du Catalogue de *Brisbane.*

Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences du 27 mars 1865

« M. Babinet présente avec de grands éloges l'*Atlas céleste* de M. Dien, qui comprend une quantité innombrable d'Étoiles de toute grandeur placées sur des cercles horaires très-rapprochés les uns des autres. Ce travail, qui a occupé la vie entière de M. Dien, a été plusieurs fois sur le point d'être publié aux frais de l'État. Les positions y sont marquées pour 1860 et n'auront pas besoin de correction jusqu'en 1900 et au delà. Cet Ouvrage s'adresse aussi bien aux Astronomes de profession qu'aux simples amateurs qui veulent reconnaître les Étoiles et les Constellations et suivre les Planètes et les Comètes dans leur marche au travers du Ciel. L'Auteur a dépouillé tous les Catalogues connus, et l'étude de ces Cartes fournit une quantité de données précieuses pour la connaissance du Ciel.

» Il y a une très-bonne Carte du Ciel austral circompolaire.

» M. Dien a lui-même observé pendant de longues années. Il cite parmi les Astronomes qui lui ont fourni des conseils et des encouragements :

» Arago et Struve père (William);

» M. Le Verrier, qui avait obtenu pour son Atlas une souscription du Ministère de l'Instruction publique;

» Et M. Faye, qui lui a communiqué de précieux Catalogues et les a laissés longtemps à sa disposition.

» Je puis attester, d'après ma connaissance personnelle, que M. Dien n'a nullement exagéré tous les témoignages

d'estime et tous les encouragements que pendant de longues années il a reçus de tous côtés.

» On doit savoir gré à l'éditeur, M. Gauthiers-Villars, d'avoir mis en lumière l'*Atlas* de M. Dien. M. Gauthier-Villars continue la maison Mallet-Bachelier, qui, par ses publications souvent désintéressées, a contribué pendant plus d'un demi-siècle à rendre aux Sciences mathématiques les services les plus signalés. »

Extrait du Bulletin de l'Association Scientifique, numéro d'avril 1865 (M. Le Verrier, Président).

« La puissante impulsion que l'Association Scientifique est destinée à donner en France à l'étude de l'Astronomie commence déjà à se faire sentir. La vue des grands instruments de l'Observatoire, un coup d'œil jeté dans le Ciel à travers les gigantesques télescopes de M. Foucault, les entretiens mensuels des Associés sur les découvertes incessantes de l'Astronomie, ont déjà révélé à plus d'un sa vocation de chercheur de Planètes et de Comètes. Or que faut-il pour cela? Une bonne lunette de quatre pouces, un bon Atlas et beaucoup de patience. Avec ces éléments, notre infatigable explorateur, M. Goldschmidt, a déjà, en dix annés, découvert 14 petites Planètes. Il est vrai qu'il a, lui, son Atlas dans la tête. Pour les néophytes de la science, pour les mémoires moins admirablement douées, M. Dien vient de publier un magnifique **ATLAS** de 26 Cartes, comprenant 100 000 Étoiles. C'est un recueil d'une haute valeur, dont l'utilité sera appréciée non-seulement par les amateurs, mais aussi par les Observatoires. »

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

tion, est destinée à subir d'assez importantes modifications dans des périodes de temps peu considérables; nous ne pouvons donc qu'enregistrer les faits, les coordonner de façon à pouvoir en tirer quelques règles générales, en nous montrant aussi sobre que possible d'hypothèses, à moins que celles-ci ne s'imposent en quelque sorte par les probabilités qu'elles présentent. Si les hypothèses, même les plus hardies, sont utiles aux chercheurs qu'elles dirigent ou qu'elles soutiennent durant la route, souvent aride et pénible qu'ils ont à parcourir, il faut en dégager, autant que possible, l'enseignement et n'offrir aux élèves qu'un terrain solide où le pied ne peut leur manquer.

J'ai cru devoir exposer en premier lieu l'histoire des Hydrocarbures, auxquels nous rattachons, par des méthodes simples, ce nombre pour ainsi dire illimité de substances dont la complication va s'augmentant progressivement pour aboutir finalement aux composés les plus compliqués et les plus altérables qui prennent naissance au sein de l'organisme vivant.

Le premier Volume comprend donc, indépendamment de généralités sur les substances organiques et d'un exposé sommaire des méthodes de l'analyse immédiate et de l'analyse élémentaire, l'histoire des Hydrocarbures, divisés en quinze familles distinctes, ainsi que celle des Alcools qui s'y rattachent d'une manière si étroite.

Dans le deuxième, je passe successivement en revue les Phénols, qui présentent un exemple d'isomérie des plus curieux à l'égard des Alcools de la série aromatique, puis les Aldéhydes, nées de l'oxydation faible des Alcools, ainsi que les Acides auxquels elles viennent aboutir par une oxydation plus énergique. A l'occasion des Aldéhydes, et immédiatement après leur étude, je m'occupe de celle des Acétones, qui ne sont autres en effet que des Aldéhydes, dans lesquelles une molécule d'Hydrogène a été remplacée par un radical hydrocarboné.

Je fais suivre cette étude de celle des Alcools diatomiques ou Glycols, à laquelle succède celle des Phénols diatomiques et des différents Acides diatomiques et bibasiques artificiels ou naturels se rapportant à la série grasse et à la série aromatique.

Enfin le troisième Volume comprend la série des Alcools triatomiques ou Glycérines et des corps gras dont ils dérivent, ainsi que celle des Acides polyatomiques qui s'y rapportent. Je trace très-succinctement ensuite l'histoire des bases naturelles, que je fais suivre immédiatement de

celle des bases artificielles, dont je décris, d'une manière détaillée, les divers modes de production. Après avoir indiqué les procédés de préparation de l'Urée, décrit ses propriétés principales et ses métamorphoses, je fais connaître les diverses méthodes qui permettent de la produire artificiellement ainsi que les diverses Urées composées. A cette étude succède celle des radicaux organométalliques, dont j'expose le mécanisme si simple de formation et dont je fais comprendre les fonctions. Je termine enfin ce Volume par une étude sommaire des matières celluliques, amylacées et sucrées, ainsi que des principales matières azotées appartenant à l'organisme animal et végétal.

Cette nouvelle manière de procéder, dont j'ai pu constater par moi-même les heureux résultats, permet de faire suivre soit à l'élève, soit au lecteur, la filiation successive de composés dont la molécule va se compliquant de plus en plus et dont la génération se rattache de la manière la plus étroite et la plus logique aux binaires si simples qui forment le point de départ de ces études.

LECOQ DE BOISBAUDRAN. — Spectres lumineux; *spectres prismatiques et en longueurs d'ondes* destinés aux recherches de Chimie minérale. Un volume de texte grand in-8 et un Atlas, même format, de 29 belles planches gravées sur acier, contenant 56 spectres; 1874...... 20 fr.

Cet Ouvrage, entièrement original, contient 56 spectres prismatiques, choisis parmi les plus utiles en Chimie analytique, et soigneusement reproduits avec tous leurs détails, bandes ombrées à droite et à gauche, raies, intensités variées, etc. Afin de faciliter les comparaisons entre spectroscopes divers, chaque spectre prismatique a été réduit en longueurs d'ondes sur une deuxième échelle où les raies et bandes sont simplement représentées par des traits. Le texte comprend : des observations sur l'emploi et la graduation du spectroscope, la mesure des raies, les modes d'opérer adoptés et recommandés par l'Auteur, une description détaillée des raies, bandes ou fonds lumineux existant sur les dessins; enfin, après chaque description du spectre, la liste des raies les plus caractéristiques de la substance étudiée. Les inévitables petites erreurs de gravure ont été relevées et consignées dans le texte.

1533 Paris — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.